

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Ульяновский государственный университет

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

Ульяновск - 2006

УДК 631.4
ББК 40.3 я73
Г 67

Горбачев В.Н., Бабинцева Р.М.

Г 67 Экологический мониторинг земель: Учебное пособие по экологическому мониторингу земель для студентов и аспирантов специальностей “Экология”, “Природопользование”, “Почвоведение”. – Ульяновск: УлГУ, 2006.

ВЕДЕНИЕ

В условиях возрастающего воздействия человека на окружающую среду охрана ее стала одной из важнейших социальных и экономических проблем. Это очень емко выразил профессор Ф. Сен-Марк: “экологическое обнищание по крайней мере столь же пагубное для благосостояния, как и экономическое бьет со все возрастающей силой по человечеству” (Антонов, 1986). Почвенный покров является важнейшим компонентом биосферы. От свойств почв в значительной степени зависит состояние и состав атмосферы, химический состав речных, озерных и морских вод. Через почву проходят мощные потоки химических элементов, она играет важную роль в аккумуляции органического вещества, химических элементов и энергии (Ковда, Глазовский, 1986). Наконец, почва играет исключительную роль в хозяйственной деятельности человека, являясь основным средством производства. Состояние почвенного покрова во многом определяет экологическое равновесие в биосфере. Поэтому давно настала необходимость систематических наблюдений за экологическим состоянием почв и его изменением (мониторинг).

Мониторинг земель - это система наблюдений за состоянием земельного фонда с целью своевременного выявления изменений, их оценок, предупреждения и устранения последствий негативных процессов и явлений. Он, являясь составной частью мониторинга природной среды, обеспечивает комплексную информацию о состоянии земель и выполняет базовую связующую роль между другими видами мониторинга и кадастра природных ресурсов. Мониторинг лежит в основе информационного обеспечения государственного земельного кадастра, контроля за использованием земель и их охраны. Система мониторинга земель работает во взаимодействии с существующими сетями и службами наблюдения, такими как землеустроительная, лесоустроительная, агрохимическая, защиты растений, федеральными службами России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, лесного хозяйства России, геодезии и картографии, Российского Комитета геологии и использования недр и др.

Содержание мониторинга земель заключается в получении комплексной информации, характеризующей изменения объектов мониторинга во времени и пространстве по следующим основным группам показателей:

- ландшафтно-экологические;

- показатели для территории единиц государственного и административного деления;
- показатели для территории юридических и физических субъектов – собственников земель и землепользователей;
- показатели для единиц производственно - хозяйственного использования территории.

Состав отслеживаемых показателей конкретизируется с учетом назначения земель и вида хозяйственной деятельности и формируется таким образом, чтобы охарактеризовать:

- природные условия, определяющие качество земельных угодий;
- базовые, наиболее устойчивые параметры почв, растительности, воды;
- динамические свойства почв;
- виды, степень и скорость деградации земель.

При этом информационная система создается на основе долговременного анализа материалов дистанционного зондирования и наземных обследований (Горбачев, Бабинцева, Мирошников и др., 2000).

Мониторинг земель должен быть направлен на достижение следующих основных целей:

1. своевременное обнаружение неблагоприятных изменений свойств почв и почвенного покрова при различных видах его использования;
2. контроль за состоянием земель по сезонам года под сельскохозяйственными культурами для выдачи своевременных рекомендаций по применению регулирующих мероприятий.

Обе эти цели связаны с тем, что в последние десятилетия интенсивно развиваются патологические формы деградации земель, которые быстро распространяются на большие территории и нередко приводят к необратимым негативным последствиям. Среди антропогенных патологических форм деградации земель можно выделить три группы (Горбачев, Бабинцева, 1994):

1. Механические и физико-механические (девегетация, водная, ирригационная, пастбищная эрозия, дефляция, отчуждение и выключение земель из действующих экосистем, переуплотнение почв под влиянием механизмов - сельскохозяйственной и лесозаготовительной техники, нарушение водного режима почв и др.).
2. Химические, физико-химические и биохимические (нарушение газового и химического режима почв, вторичное засоление и вторичная кислотность,

загрязнение и отравление почв избытками удобрений и пестицидов, токсическими и радиоактивными соединениями, полициклическими углеводородами, дегумификация, пирогенная трансформация почв и др.).

3. Биологические (заражение почв патогенными организмами, вызывающими болезни растений, животных и человека).

Перечисленные формы деградации земель приводят к резкому снижению их плодородия или разрушению. За последние 100 лет черноземы России потеряли от 30 до 40% гумуса, а за последние 50 лет эрозионный снос почв, по данным В.А.Ковды, увеличился в 10 раз. Поэтому программа мониторинга земель должна включать следующие задачи:

1. Контроль и оценка интенсивности ежегодных потерь почвы вследствие водной, ирригационной, пастбищной эрозии и дефляции.
2. Контроль и оценка интенсивности потерь гумуса и важнейших элементов питания.
3. Контроль за изменением кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных условий.
4. Контроль за содержанием в почвах пестицидов.
5. Контроль за загрязнением почв удобрениями.
6. Контроль за загрязнением почв тяжелыми металлами, особенно в зонах влияния промышленных предприятий и транспортных магистралей, а также за фоновым их содержанием на региональном и глобальном уровнях.
7. Контроль за радиоактивным заражением земель.
8. Контроль за изменением водно-физических свойств почв в районах осушительных и обводнительных мелиораций, на пахотных землях и в районах интенсивных лесозаготовок.
9. Контроль за водно-солевым режимом почв в районах орошаемого земледелия.
10. Контроль за загрязнением почв фтором.
11. Контроль за нарушением земель при добыче полезных ископаемых.
12. Контроль за заражением земель полициклическими углеводородами.
13. Контроль за заражением земель санитарно-защитных зон животноводческих сооружений и комплексов.

14. Контроль за изменением химических и физико-химических свойств почв в пожароопасных районах (лесных и степных) - пирогенная трансформация почв.
15. Контроль за заражением почв патогенными организмами и состоянием биоты.
16. Контроль за санитарным состоянием почв.
17. Контроль за качеством воды в речной сети и колодцах на территории населенных пунктов.
18. Контроль за состоянием земель вдоль автомагистралей.
19. Контроль за отчуждением земель под градостроительство и производственные объекты.
20. Контроль за заражением земель патогенными организмами и состоянием биоты.
21. Контроль за эрозионными и дефляционными процессами земель.
22. Контроль за состоянием земель особо экологически опасных объектов.

Наибольшее распространение, создающие чрезвычайные ситуации, имеют следующие формы деградации земель: переуплотнение почв, уменьшение содержания гумуса и изменение его качественного состава, изменение кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных условий, загрязнение пестицидами, тяжелыми металлами, канцерогенными углеводородами, радионуклидами, минеральными удобрениями, токсичными солями, гельминтами и аскаридами, водная эрозия и дефляция.

1. МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ

Методическим принципом организации мониторинга земель должно быть сочетание дистанционных и наземных методов слежения. При этом, контролируемых показателей состояния земель не должно быть много (Добровольский, 1986). Показатели состояния земель в зависимости от временной их изменчивости и соответствующей периодичности измерений можно подразделить на три группы.

Первая группа включает показатели ранней диагностики деградации земель - показатели угнетения почвенной биоты по ферментативной активности, содержанию CO₂ и азотфиксации, изменения окислительно-восстановительных и щелочно-кислотных условий, плотности и пористости почв, степени минерализации почвенного раствора. Наблюдения за этими показателями должны проводиться несколько раз в год.

Вторая группа показателей характеризует более устойчивые изменения свойств почв - количество и качество гумуса, содержание элементов питания растений, тяжелых металлов, фтора, полициклических углеводов, радионуклидов, степени агрегированности (структурности) почв, эрозионных и дефляционных процессов, патогенных организмов. Эти наблюдения должны проводиться с периодичностью 2-5 лет.

Третья группа включает показатели устойчивых и глубоких изменений свойств почв - изменение запасов гумуса и азота в почве, соотношения тонкодисперсных и более крупных фракций гранулометрического состава почв, их химического состава, мощности почвенных горизонтов и других устойчивых изменений свойств почв. Контроль за этими показателями может осуществляться через 5-10 лет (Добровольский и др., 1983).

В зонах чрезвычайных ситуаций (территории городов, где сосредоточено большое количество промышленных предприятий, их пригородные зоны, территории, подвергнутые загрязнению промышленными выбросами и бытовыми отходами, районы с интенсивно развитыми эрозионными и дефляционными процессами и др.) необходима сплошная площадная аэро- или космическая съемка масштаба 1:10 000 - 1:50 000 при выборочном контроле на наземных пунктах наблюдения. Параллельно выбираются фоновые территории, которые испытывали наименьшие антропогенные нагрузки за последние 50 лет. При этом если для большинства показателей, характеризующих степень деградации земель необходима

весенняя или осенняя аэрокосмосъемка, то для контроля за содержанием тяжелых металлов в почвах лучше использовать зимнюю (Горбачев и др., 1998; Мирошников, Горбачев, 1999).

При мониторинге земель необходимо учитывать степень нарушенности (деградации) земель (территорий).

В.В.Снакин с соавторами (1993) по степени нарушенности территории предлагает условно выделять 5 зон:

1) относительного экологического благополучия (состояние природных комплексов, в том числе и земель, обеспечивает традиционные формы хозяйственной деятельности без ущерба для здоровья населения);

2) экологического риска (наблюдается достоверное изменение свойств природных комплексов, в том числе и земель, приводящее к негативным для природы и населения последствиям);

3) экологического кризиса (изменение свойств природных комплексов представляет угрозу для ведения хозяйственной деятельности и здоровья населения);

4) экологического бедствия (негативные изменения природных комплексов приводят к нарушению традиционной технологии хозяйственной деятельности и к существенному повышению заболеваемости населения; для устранения ущерба требуются дорогостоящие мероприятия);

5) экологической катастрофы (негативные изменения природных компонентов приводят к невозможности ведения традиционной хозяйственной деятельности и проживания людей).

Химическое загрязнение земель связано, главным образом, с работой промышленных предприятий и автотранспорта (Приложение 1).

Токсические вещества поступают в атмосферу с газопылевыми выбросами, затем выпадают на поверхность почвы, часто с атмосферными осадками.

Направление и дальность переноса аэрозолей определяется многими факторами: — мощностью предприятий, высотой дымовых труб, химическим составом и физическими свойствами загрязнителей (их плотностью, формой, гигроскопичностью), климатическими условиями, рельефом и т.д.

Основная масса техногенных выбросов загрязняющих веществ выпадает на сравнительно небольшой площади, конфигурация которой определяется розой ветров, рельефом местности и почвенным покровом. В процессе техногенного

загрязнения химические вещества распространяются на разные расстояния. При этом, образуются несколько зон загрязнения.

По оценкам одних авторов (Евдокимова, 1985) наибольшая от источника загрязнения зона имеет протяженность 10-20 км, других (Горбачев, Мирошников и др., 1998; Мирошников, Горбачев, 1999) - до 60 км. Такие различия в протяженности зон загрязнения связаны с насыщенностью индустриальных центров промышленными предприятиями, их мощностью, направленностью производства, высотой труб, скоростью и частотой ветров данного румба (розой ветров) и т.д.

В пригородных зонах расположено максимальное количество сельских поселений, земли которых испытывают максимальную техногенную нагрузку. На первом этапе мониторинг земель этих территорий нужно начинать с выявления зон повышенного загрязнения земель токсикантами с помощью сплошной площадной зимней аэрокосмической съемки. Это позволит ограничить территорию, требующую дорогих наземных наблюдений.

Дешифрирование спутниковых телевизионных изображений позволяет выделить площадь загрязнения снегового покрова пылевыми выбросами. Далее проводится выборочное геохимическое опробование снега, а после его таяния и почв.

При отсутствии материалов аэрокосмической съемки используют топографическую основу обычно 1:10000 масштаба. Контуры (схема) промышленного комплекса - загрязнителя окружающей среды или города с крупными промышленными предприятиями размещаются в центре плана местности, который переснимается с топографической основы. Из геометрического центра (город, промышленный комплекс, завод и т.д.) с помощью циркуля наносятся окружности на следующих расстояниях: 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2; 3; 4; 5; 8; 10; 20; 30; 50 км, т.е. обозначается зона возможного загрязнения земель (Беккер, Агаев, 1989).

На подготовленный таким образом план местности наносятся контуры многолетней розы ветров по 8 - 16 румбам (рис. 1). Самый большой вектор, соответствующий наибольшей повторяемости ветров, откладывается в подветренную сторону; его длина составляет 25-30 км. Таким образом, в контур, образованный розой ветров, схематически включается территория наибольшей загрязненности земель. В направлении радиусов строятся секторы шириной 200-300 м вблизи источников загрязнения с постепенным расширением до 1-3 км. В местах

пересечения осей секторов с окружностями отчетливо будут видны какие участки территории попадают в зоны наибольшего загрязнения.

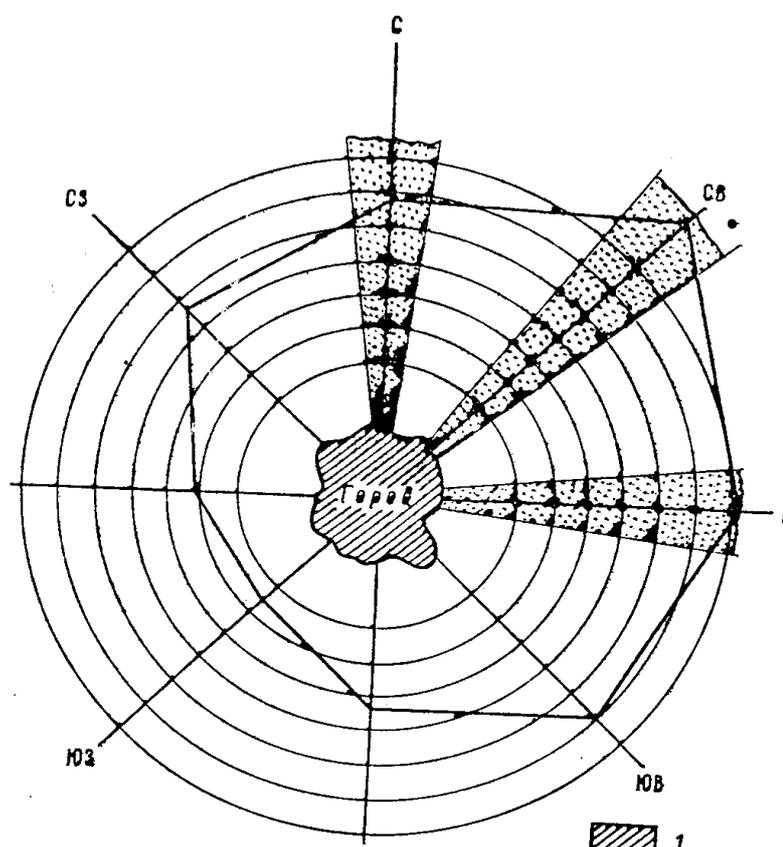


Рис. 1. Схема размещения ключевых участков при наблюдении за уровнем загрязнения почв тяжелыми металлами вокруг промышленного центра (Беккер, Агаев, 1989).

После выявления территорий, где земли наиболее загрязнены, следует перейти к наземному мониторингу этих земель. При этом, в первую очередь нужно организовать слежение за динамикой содержания гумуса, кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных условий, содержания элементов питания, степени минерализации почвенного раствора, физических и водно-физических свойств почв. Первоочередность слежения за перечисленными показателями связана с тем, что от них зависит степень сорбции почвами тяжелых металлов, фтора, радиоизотопов, полициклических углеводородов.

Особо следует обратить внимание на мониторинг земель в окрестностях животноводческих комплексов, ферм, птицефабрик, кладбищ, скотомогильников, которые часто находятся на землях поселений.

В связи с тем, что "территориальная среда" понимается как совокупность реальных объектов в границах земного пространства, обеспечивающих жизнедеятельность среды в соответствии с ее назначением, целесообразно при

ведении мониторинга земель также оценивать состояние объектов поверхностных вод, рек, прудов, озер (Гладкий, 1998). Особенно это необходимо при чрезвычайных экологических ситуациях.

Сформировавшиеся зоны чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия водных объектов выявляют по химическим и биологическим показателям, но в качестве основных показателей состояния поверхностных вод необходимо учитывать токсические выбросы и приоритетные загрязняющие вещества, представленные в таблице 1. Для совокупности оценки опасных уровней загрязнения водных объектов при выделении зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия предлагается использовать формализованный суммарный показатель химического загрязнения (ПХЗ-10). Этот показатель особенно важен для территорий, где загрязнение химическими веществами наблюдается сразу по нескольким веществам, каждый из которых многократно превышает допустимый уровень (ПДК). Его рассчитывают только при выявлении зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия.

Таблица 1

Критерии оценки степени химического загрязнения поверхностных вод* (Протасов, Молчанов, 1993)

Показатели	Параметры		Относительно удовлетворительная ситуация
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	
Химические вещества ПДК для классов опасности:			
I-II	>10	5-10	1
III-IV	>100	50-100	1
ПХЗ-10** для классов опасности:			
I-II	>80	35-80	1
III-IV	>500	500	10

* При стабильном сохранении химического загрязнения в течение 3 лет.

** ПХЗ-10 – формализованный суммарный показатель химического загрязнения вод для десяти максимально превышающих ПДК загрязняющих веществ.

Расчет проводится по десяти соединениям, максимально превышающим ПДК, по формуле

$$\text{ПХЗ} - 10 = \frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_{10}}{\text{ПДК}_{10}},$$

где $C_1, C_2, C_3, \dots, C_{10}$ – концентрации химических веществ в воде; ПДК рыбохозяйственные.

При определении ПХЗ-10 для химических веществ, по которым относительно удовлетворительный уровень загрязнения вод отсутствует, отношение $C/\text{ПДК}$ условно принимается равным 1. (Протасов, Молчанов, 1993г.).

2. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ ПЛОТНОСТИ ПОЧВ

Использование тяжелой сельскохозяйственной и лесозаготовительной техники сопровождается сильным уплотнением верхнего горизонта почв, что приводит к негативным последствиям - уменьшается инфильтрация, порозность аэрации, разрушается структура почв и т.д. (Горбачев, Попова, 1992), а, следовательно, снижается продуктивность как сельскохозяйственных культур, так и природных биоценозов. Переуплотнение тяжелых по гранулометрическому составу почв при лесозаготовках, нередко вызывает поверхностное заболачивание территории. Поэтому, при мониторинге за плотностью земель необходимо знать не только качественные и количественные показатели изменения этого процесса, но и площади проявления этих изменений для целей выделения зон экологической напряженности, что крайне необходимо при ведении государственного земельного кадастра.

Определение плотности почв при полевых исследованиях проводится на постоянных площадках, заложенных на территории работы тяжелой техники в соответствии с " Общесоюзной инструкцией по почвенным исследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования" (1973).

В таблице 2 приведены критерии для выделения зон экологической напряженности по увеличению плотности почвы.

Таблица 2

Критерии для выделения зон экологической напряженности по увеличению плотности почвы

Увеличение плотности почвы	Площадь проявления показателя, %			
	< 5	5- 19	20 – 50	> 50
< в 1,1раза	1	1	1	1
1,1-1,2	2	2	2	2
1,2-1,3	2	3	3	4
1,3-1,4	3	3	4	5
> в 1,4 раза	3	4	5	5

Примечание. Зоны: 1 - относительного благополучия; 2 - экологического риска; 3 - экологического кризиса; 4 - экологического бедствия; 5 – экологической катастрофы.

3. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА ГУМУСА

За последние десятилетия почвы сельскохозяйственных угодий потеряли от 30 до 40% гумуса за счет развития на пашнях эрозионных и дефляционных процессов, монокультуры и ограниченного использования органических удобрений.

Содержание гумуса в почвах является важнейшим показателем плодородия почв, поэтому мониторинг за его изменением обязателен, т.к. гумус определяет не только потенциальное плодородие почвы, но и ее энергетический потенциал. Слежение за изменением содержания гумуса необходимо проводить как наземными исследованиями на постоянных площадках, так и дистанционными. Количество образцов для определения гумуса по площади отбирается по методике, применяемой в агрохимслужбе. Для оценки почв используются показатели гумусного их состояния которые приведены в таблице 3 (Гришина, Орлов, 1978).

Таблица 3

Показатели гумусного состояния почв

Признак	Уровень признака	Пределы величин
1	2	3
Содержание гумуса, %	Очень высокое	>10
	Высокое	6-10
	Среднее	4-6
	Низкое	2-4
	Очень низкое	<2
Запас гумуса в слое 20 см (числитель) и 100 см (знаменатель), т/га	Очень высокий	> 200
	Высокий	> 600
		150 – 200
	Средний	400 – 600
		100 – 150
	Низкий	200 – 400
Обогащенность гумуса азотом, C:N	Очень высокая	< 5
	Высокая	5-8
	Средняя	8-11
	Низкая	11-14
	Очень низкая	>14

Продолжение Табл. 3		
1	2	3
Степень гумификации органического вещества, $\frac{C_{ГК}}{Собщ} \cdot 100\%$	Очень высокая Высокая Средняя Слабая Очень слабая	>40 40-30 20-30 20-10 <10
Тип гумуса	Гуматный Фульватно-гуматный Гуматно-фульватный Фульватный	>2 2-1 1-0.5 < 0.5
Содержание "свободных" гуминовых кислот, % к сумме ГК	Очень высокое Высокое Среднее Низкое Очень низкое	>80 60-80 40-60 20-40 < 20
Содержание гуминовых кислот, связанных с Са, % к сумме гуминовых кислот	Очень высокое Высокое Среднее Низкое Очень низкое	> 80 60-80 40-60 20-40 < 20
Содержание прочно-связанных гуминовых кислот, % к сумме гуминовых кислот	Высокое Среднее Низкое	>20 10-20 < 10
Содержание негидролизуемого остатка, % к С общ.	Высокое Среднее Низкое	> 60 40-60 <40
Биологическая активность почв (дыхание), CO ₂ , кг/га в час.	Высокая Средняя Низкая	>10 5-10 < 5

Кроме наземных исследований, изменения содержания и качества гумуса необходимо проводить аэрокосмический мониторинг гумусового состояния почв. Он позволит осуществлять эффективный контроль за состоянием земель одновременно на больших площадях за счет создания информационной управляющей автоматизированной системы "гумусового" мониторинга, т.е. системы оперативного слежения за изменением содержания гумуса в распаханых почвах. Такая система должна состоять из двух подсистем - подсистемы многолетних измерений на наземных участках (полигонах) и подсистемы аэрокосмических съемок на обширных площадях, охватывающих всю территорию.

Аэрокосмическая подсистема "гумусового" мониторинга предполагает исследование связи между оптическими свойствами почв и содержанием в них гумуса. Затем должны быть использованы многоспектральные индексы для дистанционной индикации содержания гумуса. Это позволит оперативно картографировать изменение содержания в почвах гумуса и скорости его изменений.

4. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫХ И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ

Реакция почвы обусловлена наличием и соотношением в почвенном растворе водородных (H⁺) и гидроксильных (OH⁻) ионов. В зависимости от состава растворенных веществ и особенностей их взаимодействия с твердой фазой почв, определяющих соотношение между концентрациями водородных и гидроксильных ионов в почвенном растворе, почвы имеют нейтральную, кислую или щелочную реакцию. По значению рН различают:

Почвы рН

Сильнокислые 3,0-4,5

Кислые 4,5-5,5

Слабокислые 5,5-6,5

Нейтральные 6,5-7,0

Слабощелочные 7,0-7,5

Щелочные 7,5-8,0

Сильнощелочные > 8,0

Реакция почвы очень динамична во времени и зависит от совокупного влияния комплекса факторов: от химического и минералогического состава минеральной части почвы, наличия свободных солей, содержания и состава гумуса, состава почвенного воздуха, влажности почвы, жизнедеятельности организмов. Большое влияние на реакцию почвы оказывают промышленные эмиссии в атмосферу, которые с пылью и осадками попадают на поверхность почвы. Особенно большое влияние на реакцию почвы оказывают так называемые кислотные дожди, которые нарушают биогеохимические циклы элементов. Увеличение кислотности почв приводит к повышению подвижности и токсичности алюминия; тяжелые металлы приобретают более высокую степень подвижности и становятся доступными для растений (Чертов и др., 1990; Никонов и др., 1993; Лукина, Никонов, 1993); происходит дисбаланс в поглощении элементов питания растениями (Лянгузова, Чертов, 1990); проявляется дефицит элементов питания.

Большое значение для произрастания растений, особенно сельскохозяйственных, их продуктивности имеют окислительно-восстановительные условия почв, которые выражаются величиной окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) в милливольтках (мВ). В почве постоянно идут реакции окисления-восстановления, в основном связанные с деятельностью почвенного населения. Окисляются разнообразные органические вещества, изменяются степени

окисления железа, марганца, азота, серы; происходит окисление и восстановление кислорода и водорода. Основным окислителем является атмосферный кислород, который проникает в почву и вступает во взаимодействие с различными соединениями. Интенсивность и направленность биохимических процессов зависит от количества кислорода в почвенном воздухе и почвенной влаге. Окислителями являются также трехвалентное железо, четырехвалентный марганец и шестивалентная сера, которые в том или ином количестве присутствуют в почвенном растворе.

Окислительно-восстановительный потенциал в разных типах почв изменяется от 100 до 750 мВ. По окислительно-восстановительному состоянию почвы подразделяются на две большие группы: 1) с преобладанием окислительных и 2) с преобладанием восстановительных.

К первой группе относятся большинство автономных и автоморфных почв, окислительно-восстановительный потенциал которых колеблется в довольно узких пределах: для серых лесных и черноземов $E_h=500-650$ мВ; для дерново-подзолистых и подзолистых почв 450-600 мВ; в орошаемых черноземах при поливах ОВП может снижаться до 400-300 мВ, но снижение величины ОВП кратковременно и в течение нескольких часов или 1-2 суток после полива ОВП почвы достигает прежних значений.

Во вторую группу относятся полугидроморфные и гидроморфные почвы, т.е. почвы с близким залеганием грунтовых вод (луговые, пойменные, почвы, подтопляемые водохранилищами). В луговых и пойменных почвах ОВП колеблется от 450 до 300 мВ в верхних горизонтах и 100-100 мВ в нижних оглеенных горизонтах и горизонтах грунтовых вод.

Окислительно-восстановительные процессы оказывают большое влияние на плодородие почв. Питательный режим почв складывается неблагоприятно для сельскохозяйственных растений как при резко окислительной, так и резко восстановительной обстановке. Господство в почве аэробной обстановки с ОВП порядка 700-750 мВ способствует образованию труднодоступных для растений железа, марганца и отчасти азота (Белицина и др., 1988). В результате у растений развивается хлороз (дефицит железа), "серная немочь" (дефицит марганца), что нередко приводит к гибели растений. Снижение ОВП до 250 мВ и ниже способствует накоплению восстановительных соединений железа, марганца, ртути, в количествах токсичных для растений, что также вызывает их угнетение или гибель.

Изменению величины ОВП в почвах способствуют выбросы промышленных предприятий. Поэтому наблюдения за изменением ОВП в почвах обязательно при мониторинге земель.

Слежение за изменением рН и ОВП следует проводить несколько раз в году; для этого можно использовать полевые рН-метры и определять эти параметры непосредственно на месте.

При мониторинге земель следует учитывать то обстоятельство, что поведение элементов в почвах и их геохимическая миграция (подвижность) существенно зависят от кислотно-основных и окислительно-восстановительных условий (таблица 4).

Таблица 4

Подвижность элементов в зависимости от условий среды

Степень подвижности	Условия среды	Элементы
Высокая	Окислительные и кислые	B, Br, I
	Нейтральные или щелочные	B, Br, I, Mo, Re.
		U, V, W
	Восстановительные	Br, I
Средняя	Окислительные и кислые	Cs, Mo, Ra, Rb
		Se, Si, Zn
	Кислые	Ag, Au, Cd, Co,
		Cu, Hg, Ni
	Восстановительные, с переменным потенциалом	As, Cd, Co, Cr, F,
		Fe, Ge, Mn, Nb
	Sb, Sn, Ti, U, V	
Низкая	Окислительные и кислые	Ba, Be, Bi, Cs.
		Fe, Ga, Ge, La,
		Li, Th, Ti, L
	Нейтральные или щелочные	Ba, Be, Bi, Ge,
	Hf, Ta, Fe, Zr	
Очень низкая	Окислительные и кислые	Cr, Os, Pt, Rh.
		Ru, Ta, Zr
	Нейтральные или щелочные	Ag, Au, Cu, Co, Ni,
		Th, Ti, Zn
	Восстановительные	Ag, B, Ba, Be, Bi,
		Co, Cu, Cs, Ge, Hg,
Li, Mo, Ni, Ra, Re.		
	Se, Zn, Zr	

В числе важнейших процессов, обуславливающих распределение различных элементов в почвах, следует отметить следующие: 1) выщелачивание из почвы; 2) осаждение; 3) включение в минералы; 4) адсорбция компонентами почвы; 5) сорбция органическим веществом.

В почве одновременно протекают разнообразные процессы взаимодействия между твердой, газообразной, органической, жидкой (почвенные раствор) и живой фазами. От этих процессов зависят доминирующие формы соединений элементов и характер их распределения между фазами. Знание доминирующей реакции и формы соединения позволяет прогнозировать направление и скорость миграции как природных, так и техногенных элементов.

Важную роль в процессах геохимической миграции химических элементов играют алюмосиликатные и органические коллоиды, обладающие высокой способностью к сорбции катионов калия, бария, никеля, кобальта, меди, цинка, магния, вольфрама, аммония, натрия (Лозановская и др., 1998). Коллоиды гидроксидов железа адсорбируют ионы фосфорной кислоты, ванадия, мышьяка.

Резкие изменения скорости миграции и накопления химических элементов вызываются наличием геохимических барьеров. Выделяют следующие геохимические барьеры:

1. Биогеохимические, вызванные интенсивным закреплением химических элементов живыми организмами.

2. Физико-химические, которые увеличивают или уменьшают подвижность элементов за счет изменения степени окисления, адсорбции, образования гидроксидов, сульфидов и т.д. Различают барьеры окислительные, восстановительные, сульфидные, сульфатно-карбонатные, щелочные, кислые, глеевые, испарительные, адсорбционные, термодинамические.

3. Механические, возникающие при изменении скорости воздушных или водных потоков. Роль механических барьеров могут выполнять различные по гранулометрическому составу почвенные горизонты, двучленность и многочленность материнской породы и т.д.

4. Социальные геохимические барьеры, формирующиеся в зонах складирования и захоронения отходов – как промышленных, так и бытовых.

5. Комплексные геохимические барьеры, возникающие при наложении друг на друга нескольких различных барьеров. Среди природных геохимических барьеров комплексные барьеры занимают одно из первых мест (Алексеев, 2000).

Геохимические барьеры не остаются неизменными и по мере накопления на них различных веществ возможно их разрушение и образование новых барьеров. Например, иллювиальные карбонатные горизонты в почвах являются щелочным карбонатным барьером для Sr, Pb, Zn, Cd, Co, Cu, а иллювиальные железистые горизонты - для As, V, P.

Ряд веществ, при миграции становятся менее подвижными и задерживаются на геохимических барьерах. В случае накопления тяжелых металлов на геохимических барьерах даже в слабо подвижных формах нарушается геохимическая устойчивость почв, и они загрязняются. Когда почва не в состоянии задерживать компоненты техногенных потоков они проникают в нижележащие горизонты, часто достигают уровня грунтовых вод и загрязняют их.

Знания геохимических барьеров, их сущности и особенностей крайне необходимо при мониторинге земель поселений, т.к. последние расположены, главным образом, на террасах рек, аллювиальных и озерно-аллювиальных равнинах, почвы которых в своем профиле имеют несколько геохимических барьеров разной природы (биохимические, физико-химические, механические и комплексные).

5. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ ПЕСТИЦИДАМИ

Использование пестицидов для борьбы с сорной растительностью и вредителями сельскохозяйственных и плодовых культур часто приводит к загрязнению ими почв приусадебных участков. Особую опасность представляют стойкие и кумулятивные пестициды - триазин, симтриазин, хлордан, гептахлор, которые обнаруживаются в почве спустя десять и более лет после их применения. Поступая в почву, пестициды мигрируют по профилю почвы, причем скорость и глубина миграции зависит от дозы внесенного пестицида, его летучести и адсорбируемости, от водного и теплового режимов почв. Они могут проникать на глубину более 2 м. При поверхностном стоке пестициды перемещаются по поверхности почвы и скапливаются в депрессиях. Попадая в грунтовые воды даже в малых концентрациях, пестициды ухудшают свойства воды и делают ее непригодной для пищевого использования.

Сильное влияние пестициды оказывают на почвенную микробиоту. Гербициды триазинового ряда подавляют активность протеазы. При многолетнем применении хлорорганических пестицидов на 49-60% подавляется активность фосфотазы (Лозановская и др., 1998). Гербициды угнетают дыхание почвы, процессы разложения органического вещества, понижают численность нитрификаторов и почвенных грибов. Поэтому, в случае создавшейся чрезвычайной ситуации в результате неправильного использования пестицидов, необходимо осуществлять оперативный мониторинг за их содержанием в почве загрязненных территорий. Кроме этих территорий к постоянным пунктам (полигонам) слежения должны быть отнесены территории молокозаводов, мясокомбинатов, элеваторов, плодоовощных баз, птицеферм и т.д. В целях оценки фонового загрязнения земель пестицидами выбираются участки, удаленные от сельскохозяйственного и промышленного производства на расстояние 40-50 км.

В связи с тем, что пестициды способны мигрировать с поверхностным стоком в понижения рельефа, участки для наблюдений лучше закладывать в виде почвенно-экологических профилей (от местного водораздела или верхней части водосбора до поймы реки, озера или местного понижения).

Для оценки загрязнения земель пестицидами пробы почвы отбираются 2 раза в год - весной после сева и осенью после уборки урожая. При исследовании многолетней динамики остаточных количеств пестицидов в почвах или же миграции их в системе почва-растение наблюдения проводятся не менее 6 раз в год

(фоновые - перед посевом, 2-4 раза во время вегетации культур и 1-2 раза в период уборки урожая).

Для оценки площадного загрязнения почв пестицидами составляется смешанный образец, состоящий из 25-30 проб, отобранных по диагонали каждого загрязненного поля на глубину пахотного слоя - обычно до глубины 20 см (Беккер, Агаев, 1989). Если наблюдения за загрязнением почв пестицидами проводятся на садовых участках, то каждая проба отбирается на расстоянии 1 м от ствола дерева.

Для изучения вертикальной миграции пестицидов образцы почвы берутся из почвенных разрезов послойно (каждые 10 см) или из каждого генетического горизонта. Для разных категорий местности и почвенных условий площади поля, загрязнение которого характеризует один смешанный образец почвы, неодинаковы (таблица 5).

Таблица 5

Категории местности и почвенных условий при выборе площади поля для наблюдений за уровнем загрязнения почв пестицидами (Беккер, Агаев, 1989)

Категории местности и почвенных условий	Площадь поля, характеризующаяся одним смешанным образцом почвы, га
1. Лесная зона, а также районы с волнистым рельефом, с разными почвообразующими породами и комплексным почвенным покровом	1 – 3
2. Лесостепные и степные районы с расчлененным рельефом	3 - 6
3. Степные районы с равнинным или слаборасчлененным рельефом и однообразным почвенным покровом	10 – 20
4. Горные районы со значительной микрокомплексностью почвенного покрова и незначительными размерами сельскохозяйственных полей	0,5 - 3
5. Орошаемая зона	2 – 3

Для оценки степени токсичности почв при загрязнении их пестицидами следует пользоваться Госстандартом (С.3 ГОСТ 17.4.1.02-83), приведенным в таблице 6.

Таблица 6

Отнесение пестицидов к классам опасности(Охрана природы. Почвы. М.:
Издательство стандартов, 1994)

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

Мильбекс	1200 - 2000	-	-
Полидим	800 - 4000	до 6	-
Поликарбацин	-	4 - 6	-
Трихлорацетат натрия	3500 - 6000	2 - 6	0,2
Прометрин	1800 - 3500	3 - 4	0,5
Тедион	500 - 1000	до 2	-
Цинеб	до 5200	до 1	1,8
Эрадикан	до 4450	1,5 – 3	-

Примечание: знаком + отмечены ОДК.

В приложении 2 приведен список пестицидов и ядохимикатов, разрешенных к применению на территории России (1999).

В настоящее время разработаны математические методы, позволяющие прогнозировать опасность накопления того или иного пестицида в агроэкосистеме и шкала, позволяющая оценить токсичность пестицида в баллах (таблица 7).

Таблица 7

Балльная система оценки токсичности пестицидов
(по Соколову и Глазовской. Цит. по Лозановской и др., 1998)

Показатель вторичного эффекта пестицидов	Баллы
1	2
Устойчивость в почве, мес:	
менее 1	2
1 – 6	4
6-24	6
более 24	8
Влияние на процессы ферментации и биологическую активность почвы:	
не оказывает влияния	0
влияет на отдельные процессы и популяции	1
влияет на многие процессы и популяции	2
Выщелачивание по профилю почвы, см:	
не мигрируют	0
мигрируют до 15	1
мигрируют до 50	2
мигрируют глубже 50	3
Перемещение из почвы в культивируемые растения и фитотоксичное воздействие:	
не абсорбируются растениями	0
абсорбируются, но не имеют вторичного воздействия	1
абсорбируются и снижают качество урожая	2
абсорбируются, снижают качество и количество урожая оказывают фитотоксичное воздействие на культуры	3

Продолжение Табл. 7	
1	2
Реакция на фотолиз:	
разлагаются фотохимически	0
устойчивые к фотохимическому разложению	1
Оценка по максимально допустимым концентрациям, мг·кг⁻¹:	
а) в сельскохозяйственной продукции:	
более 1	0
1-0,1	1
0,1-0,01	2
менее 0,01	3
Воздействие на органолептические свойства:	
а) сельскохозяйственной продукции:	
не воздействуют	0
воздействуют	1
б) питьевой воды. допустимая концентрация, мг·кг⁻¹:	
более 0,1	0
0,1 – 0,01	1
0,01 – 0,001	2
менее 0,001	3
Летучесть:	
соединения улетучиваются	0
улетучиваются, но концентрация насыщения ниже максимально допустимого предела	1
концентрация насыщения равна максимально допустимому пределу	2
концентрация насыщения равна пределу токсичности	3
Токсичность для холоднокровных животных (ЛД 50) мг·кг⁻¹,	
более 1000	1
200 – 1000	2
50 – 200	3
менее 50	4
Способность накапливаться в организме теплокровных животных, коэффициент бионакопления:	
более 5	0
3 – 5	1
1 – 3	2
менее 1	3

Примечание. Суммарное количество баллов по всем показателям:

21 и выше - очень токсичные; 21-14 - средней токсичности; 13 и ≤
- слабо токсичные.

Эта система токсичности пестицидов позволяет подразделить их на три группы в зависимости от степени опасности загрязнения ими земель (таблица 8).

Классификация пестицидов по опасности загрязнения земель
(по Соколову. Цит. по Лозановской и др., 1998)

Группа	Препараты
1	Гранозан > ГХЦГ > гептахлор > тиодан > цирам, метафос, севин > миндан, фосфид цинка > карбатион. ДНОК. ТМТД, ПХП > ПХК
2	Атразин, семазин, ПХФ, 2,4-Д. 2,9-КМ. Метилмеркаптофос > гардона, карбин, трефлан, нитрафен, тиозон, цидиан ИФК, ДДФ, карбофос, сайфос, хлорофос, купрозан, монурон, прометрин, фосфамид, фозалон > пирамин. тиллам, ТХА, трихлорметафос, фталофос
3	Хлор-ИФК, эфирсульфонат, арезин, метилнитрофос, семерон > антио, кельтан > кератан, поликарбацин, далапон, диурон. Купроцин, солан > диктал, ДМХ, дихлорэтан. тедион. фигон, цинеб > фталан,

В первую группу наиболее токсичных веществ входят многие инсектициды зооциды и средства протравления, во вторую - среднетоксичные, в третью - слаботоксичные.

Экологические последствия применения пестицидов оцениваются неоднозначно. С одной стороны, при правильном применении пестициды не только не повреждают биосферу, но и существенно ее улучшают. С другой стороны, неграмотное их использование приводит к серьезным экологическим последствиям. В настоящее время известны такие негативные аспекты воздействия пестицидов на биологические объекты, как мутагенный, канцерогенный, аллергенный. Поэтому необходимо постоянное слежение за их содержанием и добиваться снижения остаточных количеств пестицидов в почве и водных источниках.

Поступление пестицидов в почву приводит к их накоплению в поверхностных водах, что определяет необходимость оценки их содержания и в водных объектах. Периодичность и места отбора проб воды должны совпадать с отбором проб почвы. Для оценки качества воды следует пользоваться классификацией представленной в таблице 9.

Экологическая классификация качества поверхностных вод суши по содержанию токсических веществ (Оксиюк и др., 1993г.)

Токсические вещества (мкг/л)	Уровни (классы) токсического загрязнения воды					
	I – не загрязненная	II-слабо загрязненная	III-умеренно загрязненная	IV-сильно загрязненная	V-весьма загрязненная	VI-предельно загрязненная
	Классы качества воды					
	3 удовлетворительной чистоты		4 загрязненная		5 грязная	
Хлорорганические пестициды	0		0		0,001 и >	
Фосфорорганические пестициды	0		3-10		11-20 и >	

Гигиенические нормативы пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории России приведены в приложении 2.

6. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ

Основными источниками антропогенного поступления тяжелых металлов в природную среду являются металлургические предприятия, тепловые электростанции, карьеры, транспорт, химические средства защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей, минеральные удобрения и др. Наиболее мощные потоки тяжелых металлов в результате их выбросов в атмосферу возникают вокруг предприятий черной и цветной металлургии (Приложения 1,3). При этом, загрязнение природной среды металлами-токсикантами происходит в большей степени в результате работы промышленных комплексов, а не отдельных предприятий. Учитывая, что плотность потока выпадающих токсикантов на почву пропорциональна их концентрации в воздухе, с помощью специальных методик оценивают конкретный источник поступления металлов в окружающую среду. Исследования Института экспериментальной метеорологии (ИЭМ) установлено, что вокруг предприятий по производству легированных сталей почвы в значительной степени загрязнены кобальтом, молибденом, висмутом, вольфрамом и цинком; вокруг железорудного производства – свинцом, серебром и мышьяком (Сатаева и др., 1991).

При длительном поступлении тяжелых металлов из источников эмиссии в почвах накапливается значительное их количество, нередко превышающие допустимые нормы в десятки и сотни раз (Горбачев и др., 2000, 2001, 2001а).

Тяжелые металлы в жизни растений играют как положительную, так и резко отрицательную роль. Некоторые тяжелые металлы при оптимальном их содержании в почве выполняют важные функции в нуклеиновом обмене и биосинтезе белка (Школьник, 1974). Недостаток их вызывает различные заболевания растений, а избыток часто приводит к их гибели. Поэтому, знания о содержании тяжелых металлов в почвах крайне необходимы.

Тяжелые металлы поступают в растения двумя путями: из атмосферы через листовую поверхность и из почвы через корневую систему. Поглощение металлов корнями может быть пассивным (неметаболическим) и активным (метаболическим). Пассивное поглощение происходит путем диффузии ионов из почвенного раствора в эндодерму растений. При активном поглощении затрачивается большое количество энергии метаболических процессов. При обычных концентрациях в почвенном растворе поглощение тяжелых металлов корнями растений контролируется метаболическими процессами внутри корней.

Падение концентрации тяжелых металлов в почвенном растворе вблизи поверхности корней отражает обычно более высокую скорость поглощения корнями по сравнению с диффузным и конвективным переносом в почве (Кабата-Пендиас А., Пендиас Х., 1989). При высоких концентрациях тяжелых металлов в почвенном растворе в транспорте их к корням растений преобладающую роль играет диффузия (Химия тяжелых металлов 1985).

Кроме газопылевых выбросов промышленных предприятий, другим источником загрязнения почв тяжелыми металлами являются минеральные удобрения. Установлено, что наибольшее количество кадмия содержится в фосфорных удобрениях (от 0,12 до 10 мг/кг). Сильным источником загрязнения земель являются промышленные и бытовые отходы, особенно при их сжигании (городские свалки), а также воды рек, в которые сбрасываются промышленные отходы и которые используются для орошения сельскохозяйственных земель (Авякян, 1984). Из всех тяжелых металлов наиболее протяженные аномалии образует цинк (Добровольский, 1983).

Тяжелые металлы в почве претерпевают различные превращения. Некоторое их количество переходит в почвенный раствор, поглощается органической и минеральной частью почв, осаждается в результате химических реакций с различными соединениями, накапливаются в растениях, частично вымываются в грунтовые воды. Интенсивность закрепления различных тяжелых металлов в почве неодинакова. Так, ртуть, и свинец образуют с гумусовыми кислотами устойчивые соединения, а цинк и кадмий образуют слабые связи: медь по степени фиксации занимает промежуточное положение (Добровольский, 1983).

Органические соединения образуют с металлами слабо подвижные комплексы. Тяжелые металлы связываются с органическим веществом прочнее, чем с минеральными компонентами почвы. Емкость поглощения металлов гумусом примерно в 4 раза выше, чем глинистыми частицами (Покровская, 1986).

Интенсивность связывания металлов почвой возрастает в щелочной среде. Наиболее прочно тяжелые металлы фиксируются почвами тяжелого гранулометрического состава с нейтральной или щелочной реакцией среды. При кислой реакции поглотительная способность органической и минеральной части почвы снижается и усиливается образование низкомолекулярных органических соединений, что приводит к возрастанию подвижности тяжелых металлов и большей доступности их для растений.

В почве тяжелые металлы подвергаются трансформации - подвижные соединения становятся менее мобильными, а слаборастворимые постепенно переходят в более подвижное состояние (Зырин, 1983). Нередко трансформация идет в сторону уменьшения содержания водорастворимых форм (Миграция загрязняющих веществ..., 1985).

Тяжелые металлы в почве связываются с органическими веществами и переходят в недоступное для растений состояние. Однако, при изменении кислотности, сохраняется потенциальная опасность высвобождения тяжелых металлов из связанного состояния и включения их в естественные биогеохимические круговороты. Наиболее часто это происходит при выпадении кислотных дождей. Кислые осадки, попадая в почву, способствуют повышению мобильности металлов, их доступности для растений. При этом возрастает опасность загрязнения ими грунтовых вод.

Несмотря на то, что почва энергично связывает тяжелые металлы и переводит их в малоподвижное состояние, часть металлов мигрирует по почвенному профилю. Металлы, вошедшие в состав почвенных коллоидов органо-минеральных комплексов, перемещаются по микропорам и капиллярам в форме гидрозолей и взвесей, часть их проникает в нижние горизонты почвы по трещинам, ходам животных и отмерших корней (Важенин, Лычкина, 1980).

Определяющее влияние на подвижность тяжелых металлов оказывает температура и влажность почвы (Скарлыгина, Уфимцева, 1980; Скрипниченко, Золотарева, 1983). Тяжелые металлы в почвах с разным водно-температурным режимом и разными физическими и физико-химическими свойствами, ведут себя неоднозначно. Наиболее подвижны они в почвах с малым содержанием гумуса, кислой реакцией среды, обладающих низкой буферной способностью (почвы подзолистого типа). В почвах с высокой буферной способностью подвижность их меньше. Наиболее подвижны в почвенном профиле ртуть, мышьяк, кадмий - элементы 1-го класса опасности. Они могут перемещаться внутрипочвенным стоком и, таким образом, попадать в грунтовые воды, создавая угрозу загрязнения источников водоснабжения. Поэтому слежение за содержанием тяжелых металлов в почвах необходимо проводить в первую очередь на территориях поселений, которые расположены в долинах рек, на их нижних террасах, впадинах рельефа и межхолмовых депрессий.

Поведение тяжелых металлов в системе почва-растение определяется многими факторами - концентрацией и формой, в которой они присутствуют в почве,

содержанием гумуса, гранулометрическим составом, рН, температурой, окислительно-восстановительным потенциалом, экологией конкретных растений.

Свинец, ртуть, хром слабо поглощаются растениями; кадмий, цинк и таллий - более доступны. В определенных почвенных условиях (повышенная кислотность, малая емкость катионного обмена, небольшое содержание гумуса и фосфора) металлы-токсиканты, мало доступные для растений, могут поступать в них в значительных количествах, что может повлечь за собой отравление сельскохозяйственных животных (Миграция загрязняющих веществ в почвах.... 1985)

Негативное влияние тяжелых металлов на растения связано с их инактивирующим действием на ферменты, которое вызывает изменение обмена веществ. Они замещают исходный металл фермента и таким образом снижают его каталитические способности. Например, угнетение растений при большом содержании кадмия происходит вследствие замещения им цинка в активных центрах металлоферментов. Влияние тяжелых металлов на субклеточном уровне сказывается в нарушении функций клеточных мембран и транспорта ионов, в разрушении митохондрий и хлоропластов (Покровская, 1986).

Отрицательное влияние тяжелых металлов на растения проявляется на изменении таких важных физиологических процессов как дыхание, фотосинтез, транспирация, водный обмен, поглощение и передвижение питательных элементов. Поступление в растение в избыточном количестве любого тяжелого металла вызывает нарушение минерального питания вследствие снижения поглощения некоторых микроэлементов.

С фосфатами тяжелые металлы, в частности свинец, образуют труднорастворимые соединения, что вызывает недостаток фосфора и растения испытывают признаки фосфорного голодания.

Тяжелые металлы тормозят развитие растений, что отражается в торможении роста корней, прорастания семян, выживаемости сеянцев.

Повышенное содержание тяжелых металлов в почве приводит к резкому ухудшению ее свойств - нарушается структура и нормальное функционирование биоты, в первую очередь, почвенных микроорганизмов; снижается их общая численность, наиболее чувствительные микроорганизмы гибнут, в том числе сапрофитные бактерии, нитрификаторы, актиномицеты, водоросли. Наиболее устойчивы к тяжелым металлам споровые бактерии и особенно почвенные грибы. Однако при сильном загрязнении и они угнетаются, в ее составе начинают

преобладать фитотоксичные группы, которые ухудшают условия роста растений (Лебедева, Семенцова, 1985; Марфенина, 1985).

Под влиянием тяжелых металлов снижается активность ряда биохимических процессов - азотфиксация, нитрификация, целлюлазная активность, тормозится процесс синтезирования свободных аминокислот, снижается интенсивность дыхания почвы (Евдокимова и др., 1984; Саэт и др., 1983).

Сильное загрязнение земель тяжелыми металлами приводит к снижению активности ферментов (инвертазы, уреазы, фосфотазы, каталазы). Это, в значительной степени, обусловлено как прямым влиянием тяжелых металлов на ферментные системы (способствуют осаждению белков), так и косвенным - через угнетение фауны почвы и нарушение функционирования корневых систем растений, выделяющих вещества, которые активизируют деятельность микроорганизмов (Краснова, 1983; Наплекова, Булавко, 1985).

Подавление активности ферментов тормозит процесс минерализации органического вещества, что приводит к снижению интенсивности процесса гумусообразования.

При оценке техногенного загрязнения земель тяжелыми металлами необходимо учитывать стекание их в отрицательные элементы рельефа, которые характеризуются замедленной минерализацией органического вещества. Особое внимание следует обращать на пойменные земли, которые обычно подвергаются сильному загрязнению вследствие водной миграции металлов.

На территориях с повышенным содержанием свинца серьезное внимание следует обращать на тетраалкиды его (тетраметилловый и тетраэтиловый свинец). Они быстро переходят из труднорастворимых в водорастворимые соединения, доступные и значительно более токсичные для растений, чем неорганические, легко мигрируют по профилю и вымываются из почвы (Покровская, 1986).

Для оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами выбор химических элементов-показателей загрязнения производится с учетом их класса опасности (таблица 10).

Таблица 10

Отнесение тяжелых металлов, попадающих в почву к классам опасности

Класс опасности	Химический элемент
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, цинк
3	Марганец, ванадий, вольфрам, стронций, барий

Основным критерием гигиенической оценки почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных культур, является предельно-допустимая концентрация (ПДК) тяжелых металлов в почве (таблица 11).

Таблица 11

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) тяжелых металлов, фтора и допустимые уровни их содержания по показателям вредности (по состоянию на 1.01.1991 г., Протасов, Молчанов, 1995)

Металлы	ПДК в почве с учетом фона, мг/кг	Показатели вредности			
		Транслокационный (накопление в растениях)	Миграционный		Общесанитарный
			водный	Воздушный	
Подвижные формы					
Медь	3,0	3,5	72,0	-	3
Никель	4,0	6,7	14,0	-	4
Цинк	23,0	23,0	200,0	-	37
Кобальт	5,0	25,0	>1000	-	5
Хром	6,0	-	-	-	6
Водорастворимые формы					
Фтор	10,0	10,0	10,0	-	25,0
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50
Марганец	1500	3500	1500	-	1500
Ванадий	150	170	350	-	150
Свинец	30	35	260	-	30
Мышьяк	2	2	15	-	10
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Медь	55	-	-	-	-
Никель	ориентировочно	-	-	-	-
Цинк	85	-	-	-	-
	ориентировочно				
	100				
	ориентировочно				

Кроме ПДК, при оценке степени загрязнения земель, используют транслокационный показатель вредности (показатель опасности накопления контролируемого элемента в растениях) в соответствии с приведенной выше таблицей (Мирошников и др., 1997).

Далее, в соответствии с таблицей 12, ранжируют земли по уровню загрязнения, используя сведения таблицы 12.

**Принципиальная схема оценки земель сельскохозяйственного использования,
загрязненных тяжелыми металлами**

Категории загрязненности	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории
1	2	3
1. Допустимая	Содержание токсикантов в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры
2. Умеренно опасная	Содержание токсикантов 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
3. Высоко опасная	Содержание токсикантов в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений-концентраторов
4. Чрезвычайно опасная	Содержание токсикантов в почве превышает их ПДК по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из с/х использования

При загрязнении земель несколькими токсикантами оценка степени загрязнения проводится по величине суммарного показателя загрязнения по формуле:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n - 1),$$

где Z_c - суммарный показатель загрязнения;

K_c - коэффициент концентрации вещества, определяемый отношением его реального содержания в почве (C) к фоновому (K_f):

$$K_c = C / C_f,$$

где n - число суммируемых металлов-токсикантов

Для выявления ореолов загрязнения на больших территориях лучше использовать зимние космические снимки, на которых хорошо дешифрируются пылевые выпадения и по тональности цвета на космоснимках загрязненного ореола (аномалии) можно выделить зоны загрязнения. Затем проводится

снегогеохимическое опробование регионального фоновое загрязнение, для чего следует провести опытное снегогеохимическое опробование на удалении 90-100 км от промышленных источников загрязнения (Мирошников и др., 1997). В фоновую выборку включаются только те пробы снега, общая пыль которых будет иметь концентрации элементов-токсикантов равными или меньшими их среднего содержания (кларка) в местных почвах.

Опробование снега проводится на всю толщину снежного покрова на определенной площади пробы, из расчета получения из снега не менее 2 л воды. Взятие проб снега проводится обычно в конце зимы до начала снеготаяния, чтобы учесть загрязнение за максимальный отрезок времени снегостава.

Лабораторному анализу на элементы-токсиканты подвергаются как нерастворимая (отфильтрованная дисперсная), так и растворимая (твердый осадок после выпаривания) дисперсионные фазы общей пылевой нагрузки.

Удельная масса общей пылевой нагрузки в снеговой пробе рассчитывается по формуле:

$$P_o = \frac{P_{н\text{ераст}} + P_{р\text{раств.}}}{S} \cdot t,$$

где P_o - удельная пылевая нагрузка, г/м в год;

$P_{н\text{ераст.}}$ и $P_{р\text{раств.}}$ - вес соответствующих фаз общей пылевой нагрузки за время снегостава, г;

S - площадь пробы снега;

t - число кратности периода снегостава в году; например, время снегостава - 4 месяца, значит число кратности равняется трем.

Далее, по данным анализа проб опытного участка рассчитывается средняя удельная пылевая нагрузка, представляющая региональный фон общей пылевой нагрузки ($P_{\text{фон}}$) и фоновые содержания элементов-токсикантов в региональной фоновой пылевой нагрузке ($C_{\text{ф}}$).

Данные снегогеохимического опробования выражают в виде геохимического поля, для которого рассчитывают аномальное содержание пыли и элементов-токсикантов в ней в виде коэффициентов концентрации, т.е. отношения реальных данных опробования к фоновому значению:

$$K_k = C/C_{\text{ф}},$$

где K_k - коэффициент концентрации вещества в снеге.

Далее рассчитывают суммарный показатель загрязнения снега пылью и элементами-токсикантами по формуле, приведенной выше для почв.

Полученные суммарные показатели загрязнения снега и почвы оценивают по уровню экологической опасности в соответствии с таблицей 13.

Таблица 13

Ориентировочная шкала экологической опасности аэрогенных ореолов загрязнения (Сает и др., 1990 с дополнениями)

Уровни загрязнения	По пылевой нагрузке, кг/км ² в сутки	Снегового покрова, по суммарному показателю геохимического загрязнения тяжелыми металлами (Zс)	Почв, по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами (Zс)
Высокий чрезвычайно опасный и высокий опасный	Более 450	Более 128	Более 32
Средний умеренно опасный	250 – 450	64 – 28	16 – 32
Низкий неопасный	(10 - 35) – 250	1 – 64	8 – 16
Фоновый, отсутствие опасных ЕБГП и ТБГП	10 – 35	1	1 – 8
Ниже фонового	Ниже 10 – 35	Менее 1	Менее 1

Примечание. ЕБГП - естественные биогеохимические провинции;

ТБГП - техногенные биогеохимические провинции

Образцы почв (смешанные) нужно отбирать в летнее время, желательно в местах отбора образцов снега.

При отсутствии данных по фоновой концентрации того или иного элемента можно использовать материалы таблицы 14.

Таблица 14

Зональные оценки фона микроэлементов в почвах, мг/кг (Сает и др., 1990)

Элемент	Почвы				
	Подзолистые	Серые лесные	Черноземы	Каштановые	Солончаки и солонцы
1	2	3	4	5	6
1 класс опасности					
Цинк	41,3	60,0	62,0	52,3	54,6
Мышьяк	3,0	4,7	5,9	5,2	-
Кадмий	0,7	0,7	0,5	0,4	-
Свинец	11,5	12,5	13,2	10,0	7,2

		2 класс опасности				
Бор	5,7	12,3	19,7	30,0	53,2	
Хром	180,0	250,0	286,0	328,0	-	
Кобальт	8,4	12,4	13,2	11,7	9,6	
Продолжение Табл. 14						
1	2	3	4	5	6	
Никель	23,2	30,3	72,1	46,0	29,5	
Медь	15,3	23,5	28,9	15,7	20,2	
Молибден	1,7	3,2	4,2	3,2	2,4	
		3 класс опасности				
Ванадий	63,5	118,0	145,0	79,0	83,0	
Марганец	715,0	1025,0	885,0	722,0	670,0	
Стронций	238,0	258,0	260,4	287,0	335,0	

При мониторинге земель поселений важно знать не только возможную степень их загрязнения, но и недостаток тех или иных химических элементов. Для этих целей можно использовать критерии оценки степени обеспеченности почв химическими элементами, разработанные Ю.Г. Покатиловым (1993). В таблице 15 показаны семь степеней признаков количественной оценки содержания химических элементов в почвах. Они, как и в градации, предложенной В.В.Ковальским (1974), могут быть сгруппированы в три категории: 1 - нижний и 7 - верхние пределы пороговых концентраций, когда срыва жизнедеятельности живых организмов не избежать; 2,6 - количества элементов, определяющих предпороговые состояния, предопределяющие возможный срыв регулирующих функций определенных организмов; 3-5 - количество элементов в пределах нормальной жизнедеятельности организмов.

Слежение за содержанием тяжелых металлов в почвах поселений следует проводить 1 раз в 2-5 лет.

Таблица 15

Критерии оценки разной степени обеспеченности почв химическими элементами

Химический элемент	Признаки количественной оценки, мг/кг							
	Очень низкое (До) (1)	Низкое (2)	Пониженное (3)	Оптимальное (4)	Повышенное (5)	Высокое (6)	Очень высокое (7)	Крайне высоко* (8)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I ₁	10	11—30	31—50	51-100	101—200	210—400	410—800	800
I ₂	100	110—200	210—450	460—800	810—1250	1210—1500	1510—2000	2000
I	1000	1010—2000	2100—3500	3600—6000	6100—7000	7100—9000	9100—11 000	11 000

Mn	10	10—20	21—40	41—80	81-100	101—120	120—150	150
Mn ₂	200	200—300	310—900	510—1000	1050—1200	1250—2000	2100—3000	3000
Co	3	3-6	6,1—10	11—20	21—25	26-30	31—40	40
Cu	5	5—10	11—20	21-35	36—40	41—50	51—65	65
Zn	15	16—25	26—35	36—60	60—70	71—80	81—110	110
Продолжение Табл. 15								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mo	0,5	0,6—1,0	1,1—1,5	1,6—3,0	3,1—4,5	4,6—6,0	6,1—8,0	8,0
Cr	50	51—100	110—150	151-220	221—240	241—260	261—300	300
Pb	3	3,0—5,0	5,1—8,9	9-15	16—20	21—25	26—35	35
Ni	15	16—25	26—30	31-44	45—50	51—60	61-75	75
Ti	1000	1100—2400	2500—3500	3600—7000	7100—8000	8100—9000	9100—11000	11 000
V	30	31—60	61—80	81—120	121—140	441—150	151—220	220
Sr	150	151—200	201—250	251—340	341—390	391—410	411—550	550
Be	1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1—4,5	4,6—5,0	5,1—6,0	6,1-7,5	7,5
B	3	3,1-5,0	5,1—9,9	10—20	21—29	30—60	61—80	80
P	200	210—400	400—690	700-900	910—1000	1100—1300	1350—1500	1500
Sc	2,0	2,1—3,9	4,0-5,0	5,1-7,0	7,1—8,0	8,1—9,0	9,1—11,0	11,0

Примечание. Йод, марганец: 1 — водорастворимый, 2 — подвижный;

Чрезвычайные ситуации наиболее часто складываются на территориях городов и прилегающих к ним районов, где сосредоточены крупные промышленные предприятия. При этом суммарный показатель загрязнения земель нередко на порядок (или на порядки) выше фонового (Горбачев и др., 1998). Поэтому на этих территориях в первую очередь необходима организация мониторинга земель.

Как и в почве, в водной среде тяжелые металлы рассматриваются как приоритетные токсиканты по преимущественной встречаемости и экологической опасности. Уровень токсичного загрязнения водного объекта оценивается в соответствии с таблицей 16.

Отбор проб воды проводится параллельно с отбором почвенных образцов и в соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82.

Таблица 16

Экологическая классификация поверхностных вод по содержанию токсических веществ (Оксинюк и др., 1993г.)

Токсические вещества (мкг/л)	Уровни (классы) токсического загрязнения воды (УТЗ)					
	I – не загрязненная	II – слабо загрязненная	III – умеренно загрязненная	IV – сильно загрязненная	V – весьма загрязненная	VI – предельно грязная
	Классы качества воды					
	3-удовлетворительной чистоты		4-загрязненная		5-грязная	
	Разряды качества воды					

	За- достаточно чистая	3б – слабо загрязнен ная	4а – умеренно загрязненн ая	4б – сильно загрязненн ая	а – весьма загрязнен ная	5б – предельно загрязненная
1	2	3	4	5	6	7
Продолжение Табл. 16						
1	2	3	4	5	6	7
Ртуть	<0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	>5,0
Кадмий	<0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	>5,0
Медь	<1	1-5	6-10	11-25	26-50	>50
Цинк	<5	5-10	11-30	31-75	76-150	>150
Свинец	<2	2-5	6-10	11-25	26-50	>50
Хром (общ.)	<2	2-5	6-10	11-25	26-50	>50
Никель	<2	2-10	11-20	21-50	51-100	>100
Мышьяк	<0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10,0
Сурьма	<0,1	0,1-0,5	0,6-1,0	1,1-2,5	2,6-5,0	>5,0
Железо	<50	50-500	501-1000	1001-2500	2501-5000	>5000
Марганец	<50	50-250	251-500	501-1250	1251-2500	>2500
Кобальт	<1	1-5	6-10	11-25	26-50	>50

Заключительным этапом мониторинга земель, загрязненных тяжелыми металлами, является составление почвенно-экологических карт по каждому токсиканту. При этом, снимки должны быть высокого разрешения (20 - 50 м). При картографировании в масштабе 1:100 000 нужно использовать сканерные и фотографические снимки относительно высокого разрешения (50 - 100 м).

Основные принципы составления почвенно-геохимических карт те же, что и карт содержания микроэлементов (Важенин, 1976). Отбор образцов для анализа проводится согласно методических рекомендаций (Важенин, 1987).

На основе почвенно-экологических карт проводится почвенно-экологическое районирование с выделением экорайонов по степени загрязнения земель.

7. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ КАНЦЕРОГЕННЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

Сжигание угля, нефтепродуктов, газа и др. сопровождается поступлением в атмосферу, почвы и водную среду значительных масс канцерогенных веществ, среди которых особенно опасны полициклические ароматические углеводороды и бензпирен. Автотранспорт, авиация, коксохимические и нефтеперерабатывающие заводы, нефтепромыслы способствуют загрязнению земель и водных источников.

Нефть и нефтепродукты. Каждая нефтяная скважина выводит из строя как минимум 4 га земель. Установлено, что в нефти (Советское нефтяное месторождение Курганского района Томской области) содержится до 16% сернокислых и 9,4% силикагелевых смол, 2% асфальтенов, 1,6% парафинов, 0,89% серы, 0,02% механических примесей, 105 мг/л хлористых солей и целый спектр тяжелых металлов (Славнина и др., 1989). В условиях северной части Западной Сибири, где ведется интенсивная добыча нефти, происходит сильное загрязнение земель, которое приводит к катастрофическим последствиям.

Загрязнение почв нефтью приводит к ухудшению структуры и сложения почв, усилению процесса оглеения, ухудшению водно-воздушных свойств. Снижение общей пористости и уменьшение (почти в 2 раза) агрегатной пористости ухудшает режим аэрации почв. В пропитанных нефтью горизонтах почв заметно уменьшается наименьшая влагоемкость и сокращается диапазон активной влаги. Загрязнение земель нефтью отрицательно сказывается на их физико-химических свойствах - увеличивается рН, уменьшается количество обменных оснований, в почвенном поглощающем комплексе появляются обменные натрий, что может привести к развитию процесса осолонцевания. Верхние горизонты загрязненных нефтью почв содержат значительные количества легкорастворимых солей. И если в условиях промывного водного режима легкорастворимые соли будут вынесены за пределы почвенного профиля, они попадут в реки и озера, что только ухудшит экологическую обстановку региона. В загрязненных почвах резко убывает или исчезает фракция 2 гуминовых кислот, обменно связанных с кальцием, уменьшается степень гумификации органического вещества. Нефть оказывает негативное влияние на калийный режим почв - увеличивается необменная адсорбционная способность, уменьшается содержание обменных форм калия, снижается концентрация и уменьшается в почвенном растворе активность ионов калия (Славнина и др., 1989).

Кроме перечисленных негативных процессов, происходящих в загрязненных нефтью почвах, в них происходит повышенная аккумуляция тяжелых металлов, возрастает их миграционная способность, значительно увеличивается содержание серы. При этом, никель концентрируется в гумусово-аккумулятивном горизонте, а медь и цинк мигрируют до иллювиального.

Максимальное загрязнение почв тяжелыми металлами происходит в местах сгорания нефти и нефтепродуктов, а также в непосредственной близости от действующих факелов - в радиусе 20 - 50 м.

При мониторинге земель, загрязненных нефтью, на основе крупно-масштабных топографических карт (1:2000 - 1:5000) и аэрофотоснимков выделяются зоны загрязнения. При разливах нефти образцы почв отбираются по зонам загрязнения в радиусе 20, 50, 100, 200, 500 м, 1 км и т.д. от скважины. При сжигании нефти методика отбора образцов та же, что и при мониторинге земель, загрязненных тяжелыми металлами, с обязательным учетом розы ветров, рельефа местности, почвенного покрова.

Ароматические соединения. Ароматические соединения попадают в почвы с бытовыми и промышленными стоками, отходами животноводства). Они отличаются очень сильными канцерогенными свойствами. Полициклические ароматические соединения представлены большой группой химических веществ - нафталин, антрацен, пирен, хризен, фенантрен, стирол, бензол, бензпирен и др.

Попадающие в почву и природные воды полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) мигрируют, связываются с твердой фазой почв и взвешьями в воде и могут трансформироваться в другие соединения.

Особое значение для оценки опасности загрязнения земель и вод ПАУ имеет скорость их трансформации, разложения и потерь из почвы и водных сред ПАУ очень устойчивы в почвах. Менее устойчивы, но способны образовывать в почве устойчивые продукты трансформации анилин, индолы; наименее устойчивы - фенолы и их производные, относящиеся к группе веществ обладающих высокой фитотоксичностью.

Предельно допустимы концентрации канцерогенных веществ в почве приведены в таблице 17.

Таблица 17

Предельно допустимые концентрации химических органических веществ в почвах и допустимые уровни их содержания по показателям вредности; валовое содержание (Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами, 1987)

Наименование вещества	ПДК, мг/кг почвы с учетом фона, (кларка)	Показатели вредности			
		Транслокационный	Миграционный		Общесанитарный
			водный	воздушный	
1	2	3	4	5	6
Бенз(а)пиренн	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
Изотровил-бензол	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

При загрязнении почв одним веществом органического происхождения его опасность определяется исходя из его ПДК и класса опасности (таблица 18). При полиэлементном загрязнении оценка степени опасности загрязнения почвы допускается по наиболее токсичному элементу с максимальным содержанием в почве (Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест, 1999).

Таблица 18

Критерии оценки степени загрязнения почвы органическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	Категория загрязнения почвы		
	1 класс	2 класс	3 класс
Класс опасности вещества			
> 5 ПДК	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От 2 до 5 ПДК	Очень сильная	Сильная	Средняя
От 1 до 2 ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

Наблюдения за содержанием канцерогенных органических соединений в почвах необходимо проводить не реже, чем 1 раз в 2-3 года.

Одновременно, при наличии водных объектов в зоне загрязнения земель полициклическими углеводородами (ПАУ), проводится отбор проб воды. Уровень

токсического загрязнения воды оценивается в соответствии с классификацией по таблице 19.

Таблица 19

Экологическая классификация поверхностных вод по содержанию токсических веществ (Оксиюк и др., 1993 г.)

Токсические вещества (мкг/л)	Уровни (классы) токсического загрязнения воды (УТЗ)					
	I – не загрязненная	II – слабо загрязненная	III – умеренно загрязненная	IV – сильно загрязненная	V – весьма загрязненная	VI – предельно грязная
	Классы качества воды					
	3 – удовлетворительной чистоты		4 – загрязненная		5 – грязная	
	Разряды качества воды					
	3а – достаточно чистая	3б – слабо загрязненная	4а – умеренно загрязненная	4б – сильно загрязненная	5а – весьма загрязненная	5б – предельно загрязненная
Нефть и нефтепродукты	0	<5	5-50	51-100	101-500	>500
Фенолы (летучие)	0	следы	<1	1-10	11-50	>50

Методика отбора образцов почв на содержание в них канцерогенных веществ та же, что и при отборе образцов на содержание тяжелых металлов.

Предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в воде приведены в таблице 20. Отбор проб воды ведется одновременно с отбором почвенных проб.

Таблица 20

Гигиенические нормативы содержания некоторых вредных веществ в источниках водоснабжения (СанПиН 2.1.4.544-96)

Наименование вещества	ПДК (мг/дм ³)	Лимитирующий показатель вредности
Бензол	0,5	Санитарно-токсический
m-Крезол	0,004	-"
n-Крезол	0,004	-"
Ксилол	0,05	Органолептический
Метакриламид	0,1	Санитарно-токсический
Метинол	3	-"
Нитробензол	0,2	-"
Пиридин	0,2	-"
Тетраэтилен-свинец	0	-"
Формальдегид	0,05	-"
Хлорбензол	0,02	-"
Циклогексан	0,1	-"

8. СЛЕЖЕНИЕ ЗА РАДИОАКТИВНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

Очень опасным видом загрязнения земель является радиоактивное излучение. Радиоактивность как физическое явление – это способность самопроизвольного превращения неустойчивого изотопа химического элемента в устойчивый изотоп.

Такое превращение сопровождается испусканием элементарных частиц (альфа-, бета-) и излучения (гамма – кванты).

В природе выявлено более 230 радиоактивных ядер естественного происхождения, но их количество существенно дополняется техногенными (искусственными) радионуклидами практически всех элементов таблицы Д.И.Менделеева (Рихванов, 1997).

Искусственные радионуклиды имеют незначительные периоды полураспада (от долей секунды до десятков лет) и только элементы образующиеся в результате ядерных реакций присоединения (нептуний, плутоний, америций) имеют период полураспада от нескольких минут до десятков тысяч лет (^{239}Pu – 24065 лет).

Источниками радиоактивных загрязнений являются атомные электростанции, другие предприятия, обеспечивающие полный ядерно-энергетический цикл, урановые шахты, обогатительные фабрики, рудники, заводы по разделению изотопов и переработке облученного ядерного топлива, хранилища радиоактивных отходов, а также тепловые электростанции, работающие на угле и горючих сланцах, зольные выбросы которых содержат такие радиоактивные элементы как полоний, радий, торий, уран в концентрациях, иногда многократно превышающих их естественный фон в почвах.

Характерная особенность радиоактивного загрязнения земель состоит в том, что в среднем по массе количество радиоактивных примесей чрезвычайно мало и они не вызывают изменений основных свойств почвы - ее pH, соотношения элементов

минерального питания, уровня плодородия. Лимитирующими факторами здесь являются рекомендуемые пределы концентраций радиоактивных веществ, поступающих из почвы в продукцию растениеводства.

С этих позиций наиболее важными характеристиками является концентрация радиоактивных веществ в почве, их биологическая доступность растениям, распределение в почвенном профиле и скорость самоочищения корнеобитаемого слоя почв.

Наибольшую опасность представляют долгоживущие антропогенные радионуклиды, которые характеризуются продолжительным временем пребывания их в почве – ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{129}I , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U , ^{239}Pu .

По степени подвижности в почвах долгоживущие антропогенные радионуклиды образуют следующий ряд: ^{90}Sr > ^{106}Ru > ^{137}Cs > ^{144}Ce > ^{129}I > ^{239}Pu . Скорость самоочищения почв от радионуклидов определяется скоростями их радиоактивного распада, вертикальной и горизонтальной миграции.

Поскольку антропогенные радионуклиды поступают, как правило, на поверхность почв, их распределение по профилю характеризуется четко выраженной неоднородностью. В районах с умеренным количеством атмосферных осадков в тяжелых по гранулометрическому составу почвах основная часть радионуклидов в течение многих лет остается в верхнем 10-сантиметровом слое почв. В легких почвах с промывным водным режимом значительная часть радионуклидов проникает до 40-50 см и может достичь уровня грунтовых вод, с которыми возможен горизонтальный перенос радионуклидов и поступление их в водоемы и речную сеть.

Аккумуляция антропогенных радионуклидов в поверхностном слое почвы способствует повышенной их миграции и выносу за пределы загрязненных участков с поверхностным водным стоком. В равнинных условиях с достаточно высоким количеством атмосферных осадков (гумидная зона) годовой поверхностный и грунтовый сток ^{90}Sr составляет по многолетним данным 0,4% общего его запаса в почвенном покрове, при этом от 40 до 90% годового выноса приходится на период паводков (Белицина и др., 1988). В горных районах ежегодный сток ^{90}Sr достигает 5% общего запаса. Вынос в реки ^{137}Cs составляет 0,05-0,25%. В других экологических условиях эта последовательность может быть нарушена: в легких песчаных почвах ^{137}Cs оказывается иногда более активным мигрантом, чем ^{90}Sr . В целом, для большей части почв скорость выноса ^{90}Sr и ^{137}Cs из пахотного горизонта сопоставима со скоростью их радиоактивного распада. Период полуочищения

пахотного слоя с учетом радиоактивного распада составляет примерно 0,4-0,7 периода полураспада этих радионуклидов, т.е. равен 10-20 лет. Время пребывания в почвенном профиле других долгоживущих радионуклидов, таких как, ^{14}C и ^{129}I (после их включения в состав гумуса), ^{239}Pu составляет сотни лет.

Научно-обоснованное нормирование содержания радиоактивных веществ в почвах требует учета почвенных свойств - способности почв к закреплению радионуклидов и их разбавлению в почвенном растворе. В этом плане к наиболее важным свойствам почвы следует отнести емкость поглощения и состав обменных катионов, рН, ОВП, минералогический состав, содержание гумуса.

Поскольку тяжелые почвы характеризуются обычно большей емкостью поглощения, более высокими концентрациями ионов в почвенном растворе и содержанием гумуса по сравнению с легкими, в таких почвах радиоактивные вещества фиксируются более прочно почвенным поглощающим комплексом, а в почвенном растворе ионы радионуклидов в большей степени разбавляются ионами других химических элементов, из которых наиболее существенны ионы элементов, являющихся химическими аналогами радионуклидов. Так, Са - элемент, близкий по своим химическим свойствам к ^{90}Sr , поэтому всякая прибавка в кислые почвы соединений типа CaCO_3 (при известковании кислых почв) или CaSO_4 (при гипсовании солонцов) ведет к увеличению поглотительной способности по отношению к ^{90}Sr и к уменьшению степени его миграции.

Калий по своим химическим свойствам близок к радиоактивному цезию, поэтому при внесении калийных удобрений, последний связывается почвой и теряет свою миграционную способность.

Прочная сорбция радионуклидов и повышенная конкуренция с ними ионов других элементов, и, прежде всего элементов-аналогов за места сорбции на поверхности корней, приводит к снижению их поступления в фитомассу. т.е. в продукцию растениеводства. Таким образом, тяжелые почвы по сравнению с легкими, с одной стороны, характеризуются повышенной буферностью к загрязняющим радиоактивным веществам и меньшим поступлением этих веществ в продукцию растениеводства, с другой - повышенной способностью к их аккумуляции в верхней части почвы. Иными словами, чем выше уровень плодородия почв, тем более высокие нагрузки допустимы на такие почвы без превышения установленных предельно допустимых концентраций токсикантов в продукции растениеводства. Однако надо иметь ввиду, что со временем эти почвы

могут оказаться более загрязненными по сравнению с менее плодородными почвами.

Наиболее опасным из радионуклидов является плутоний, который имеет 15 радиоактивных изотопов, в основном, α -излучателей.

На Земле плутоний встречается в виде следов лишь в урановых рудах. Основная масса плутония, находящаяся в биосфере, создана человеком. Около 60 лет назад зеленые растения и животные не содержали в своем составе плутоний. В настоящее время 10 т его расплылось в атмосфере. Около 650 т плутония выработано атомной энергетикой и 300 т военным производством. Значительная часть всего произведенного плутония находится в России (Рихванов, 1997).

Попадая в биосферу, плутоний мигрирует по земной поверхности и включается в биогеохимические циклы. Как отмечает Л.П. Рихванов (1997), удельная активность плутония в 200 000 раз выше, чем у урана. При этом, плутоний, попавший в организм человека, остается в нем практически в течение всей жизни и становится постоянным источником α -излучения, вызывая костные опухоли, рак печени и лейкемию.

При мониторинге земель образцы почв на радиоактивное загрязнение отбираются на приусадебных участках, садах, скверах, вдоль дорог, на территории жилых, производственных, школьных, детских помещений и др. При оценке радиоактивного состояния почв следует руководствоваться данными приложений 4-5.

Радиоактивность поверхностных вод, как части природных систем возрастает в последние десятилетия вследствие ряда причин, приводящих к глобальному выпадению радионуклидов. В формировании радиоактивного загрязнения воды наиболее значительную роль играют следующие радионуклиды:

- 1) вездесущие, накопившиеся в биосфере вследствие испытаний ядерного оружия и образующиеся при эксплуатации АЭС – стронций-90 и цезий-137;
- 2) поступающие в водоемы с продуктами коррозии технологических схем ядерных реакторов – хром-51, марганец-54, железо-59, кобальт-58,-60, цинк-65;
- 3) появляющиеся при аварийных выбросах осколки деления урана – стронций-89, ниобий-95, рутений-103,-106, сурьма-125, йод-131, цезий-134, церий-141,-144.

Принятыми в настоящее время нормативами содержания радионуклидов в воде являются допустимые концентрации (ДК_Б), рабочие пределы концентраций (или

"выведенные рабочие лимиты") и рекомендуемые пределы концентраций (Нормы радиационной безопасности, 1988, 1996). Для оценки радиологической ситуации поверхностных вод суши следует использовать классификацию Оксьюк и др., (1993), где уровни (классы) радиоактивного загрязнения для воды установлены на основе значений рабочих и рекомендуемых предельных концентраций и допустимых концентраций наиболее экологически значимых радионуклидов: I класс ("не загрязненная") характеризуется уровнем содержания стронция-90 и цезия-137 ниже обычных фоновых концентраций и отсутствием радионуклидов осколочного и коррозионного происхождения; II класс ("слабозагрязненная") – от фоновых значений стронция-90 и цезия 137 до уровня рабочих пределов всех радионуклидов, включая коррозионные и осколки деления; III класс ("умеренно загрязненная") – от уровня рабочих пределов до уровня рекомендуемых пределов; IV класс ("сильно загрязненная") – от уровня рекомендуемых пределов до промежуточных значений между рекомендуемыми пределами и допустимыми концентрациями; V класс ("весьма грязная") – от промежуточных значений между рекомендуемыми пределами и допустимыми концентрациями до значений допустимых концентраций; VI класс ("предельно грязная") – выше допустимых концентраций.

Оценку состояния объектов поверхностных вод суши при выявлении зон чрезвычайной ситуации необходимо проводить параллельно с оценкой состояния почв.

Особое внимание на содержание радионуклидов в почве и воде следует уделять в районах расположения атомных электростанций и энергетических реакторов радиохимических предприятий (Методические указания ..., 1990).

Допустимые уровни выпадения радионуклидов на почву и допустимые уровни загрязнения почв приведены в приложении 4,5.

9. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОЧВАХ

Минеральные удобрения оказывают прямое и косвенное влияние на сельскохозяйственные культуры, почвенную биоту и на развитие биологических процессов в природных водах. Внесение минеральных удобрений усиливает развитие микробиологических процессов в почвах. Однако чрезмерная активизация микробиологических процессов может привести к патологическим экологическим последствиям, которые выражаются в резком ухудшении физико-химических и биологических свойств почв. Применение высоких доз азотных удобрений вызывает быструю минерализацию гумуса, азотсодержащих соединений, рост газообразных потерь азота в ходе денитрификации и нитрификации, накопление нитратов в сельскохозяйственных культурах, которые могут вызвать заболевание мет-гемоглобинемией.

Длительное применение минеральных удобрений приводит к изменению видового состава почвенных микроорганизмов, активизируя рост токсинообразующих видов.

Минеральные удобрения в умеренных дозах активизируют жизнедеятельность аэробных и анаэробных азотфиксаторов, денитрификаторов, аммонификаторов, целлюлозоразрушающих бактерий, актиномицетов, грибов. В то же время длительное внесение азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах приводит к уменьшению азотфиксаторов, аммонификаторов, целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

Применение высоких доз минеральных удобрений ухудшает качество сельскохозяйственной продукции, особенно в засушливых районах, где подавлен процесс восстановления нитратов. Отрицательные последствия, при этом, в первую очередь, сказываются на сельскохозяйственных животных - возникают острые расстройства пищеварения, в организме накапливаются канцерогенные нитрозосоединения (Лозановская и др., 1998). Высокое содержание нитратного азота в почве приводит к накоплению его в редисе, свекле, капусте, зеленом луке (Роом и др., 1980; Иванова, 1980).

Избыточно вносимые удобрения в гумидных условиях не накапливаются в почве, а выносятся до грунтовых вод; поверхностным стоком сносятся в реки и озера, вызывая эвтрофикацию водоемов.

Избыточное внесение минеральных удобрений на кислых почвах увеличивает актуальную и потенциальную кислотность, которая способствует накоплению соединений алюминия и марганца в токсичных концентрациях.

При слежении за содержанием минеральных удобрений в почвах поселений нужно иметь в виду, что многие из них содержат в своем составе тяжелые металлы и радионуклиды.

При отборе образцов на анализ следует придерживаться методики, применяемой агрохимслужбой.

10. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ

В почвах поселений, расположенных на нижних террасах рек и при близком залегании минерализованных грунтовых вод, особенно в степной зоне, нередко наблюдаются процессы вторичного засоления, которое отрицательно сказывается на росте и урожайности сельскохозяйственных культур. Для степной зоны мониторинг за содержанием солей в почве обязателен.

Источниками появления токсичных солей в почвах могут быть минерализованные грунтовые воды, если они расположены близко к поверхности и принимают участие в увлажнении почв и оросительные воды в тех районах, где они содержат много минеральных солей.

Засоление почв происходит при выпотном водном режиме в результате капиллярного поднятия минерализованных грунтовых вод.

По составу солей различают сульфатно-содовое, хлоридно-сульфатное, сульфатно-хлоридное, хлоридное, сульфатное и содовое засоление.

Степень засоления почв устанавливается по данным анализа водной вытяжки (таблица 21).

Таблица 21

Оценка степени засоления почв различного химизма засоления по сумме солей
(Почвенно-мелиоративное обоснование проектов
мелиоративного строительства, 1985)

Степень засоления	Типы засоления, %					
	Хлоридный	Сульфатно-хлоридный	Хлоридно-сульфатный	Сульфатный	Сульфатный с повышенным содержанием гипса	Содовый и смешанный с участием соды
Незасоленные	< 0,05	< 0,1	< 0,2	< 0,3	< 1,0	< 0,1
Слабо-засоленные	0,005-0,15	0,1-0,2	0,2-0,4	0,3-0,4	1,0-1,2	0,1-0,2
Средне-засоленные	0,15-0,3	0,2-0,4	0,4-0,6	0,4-0,8	1,2-1,5	0,2-0,3
Сильно-засоленные	0,3-0,7	0,4-0,8	0,6-0,9	0,7-1,2	1,5-2,0	0,3-0,5
Очень сильно засоленные	> 0,7	> 0,8	> 0,9	> 1,2	> 2,0	> 0,5

В случае проведения сокращенных анализов водных вытяжек оценка степени засоления почв может быть проведена по содержанию отдельных ионов, иона натрия и иона хлора (таблица 22, 23).

Таблица 22

Оценка степени засоления почв по содержанию ионов натрия и хлора

Степень засоления	Типы засоления		
	Хлоридный сульфатно-хлоридный		хлоридно-сульфатный и сульфатный
	Содержание иона Cl, мг-экв	содержание иона Na, мг-экв	Содержание иона Na, мг-экв
Не засоленные	< 0,3	< 0,6	< 1
Слабозасоленные	0,3-1	0,6-2	1-2
Среднезасоленные	1-3	2-4	2-6
Сильнозасоленные	3-7	4-8	6-12
Очень сильно засоленные	> 7	> 8	> 12

Таблица 23

Типы засоления по соотношению ионов натрия и хлора

Тип засоления	Соотношение Na:Cl
Хлоридный	< 1,5
Сульфатно-хлоридный	1,5-2,0
Хлоридно-сульфатный	2,0 - 6,0
Сульфатный	> 6,0

При содовых типах засоления оценка степени засоления может быть проведена по содержанию ионов HCO_3 и Na (таблица 24).

Таблица 24

Оценка степени засоления почв по содержанию ионов

Степень засоления почв	Содовый и смешанный типы засоления с участием соды	
	HCO_3 , мг-экв	Na, мг-экв
Незасоленные	< 0,8	< 0,6
Слабозасоленные	0,7 - 1,4	0,6-2
Среднезасоленные	1,4-2,0	2-4
Сильнозасоленные	2,0-3,0	4-8
Очень сильнозасоленные	> 3,0	> 8,0

11. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЭРОЗИОННЫМИ И ДЕФЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ЗЕМЕЛЬ

Среди множества факторов деградации земель большую роль играют эрозионные и дефляционные процессы. Степень развития этих процессов зависит от многих причин - климата, рельефа, геологического строения, свойств почв, характера растительности, хозяйственной деятельности человека.

Оценить динамику эрозионных и дефляционных процессов и причиненный ими ущерб почвенному покрову возможно только при мониторинге земель.

Интенсивность смыва почв оценивается по величине смытого слоя почвы или ее объему (таблица 25).

Таблица 25

Интенсивность проявления эрозии почв (Заславский, 1979)

Категории почв по степени смытости	Среднегодовая потеря почвы	
	мм/год	т/га
Слабая	<0,5	<0,5
Средняя	0,5-1,0	5-10
Сильная	1,0-2,0	10-20
Очень сильная	2,0-5,0	20-50
Катастрофическая	>5,0	>50

Существуют различные шкалы оценки интенсивности роста оврагов, но наиболее приемлема следующая шкала (таблица 26)

Таблица 26

Интенсивность проявления овражной эрозии (Шикула и др., 1973; Заславский, 1979)

Интенсивность роста оврагов	Среднегодовой прирост оврагов, м
Слабая	< 0,5
Средняя	0,5-1,0
Сильная	1,0 – 2,0
Очень сильная	2,0 - 5,0
Чрезвычайно сильная	> 5

Основными требованиями к методикам оценки эрозионных и дефляционных процессов является их простота и достаточная точность.

Метод учета смыва почв по водороинам

Данный метод основан на измерении и расчете объема русел временных водотоков, образующихся на поверхности почвы в результате стока дождевых и талых вод. При полевых исследованиях для определения суммарного объема русел

этой сети на склоне намечают ряд параллельных учетных линий, располагаемых перпендикулярно линии наибольшего уклона. Длина учетной линии от 25 до 100 м. Расстояние между соседними линиями составляет на крутых склонах 15-20 м, пологих - 50-100 м. Чем меньше расстояние между учетными линиями, тем точнее результат.

По каждой учетной линии находят сумму площадей сечений всех русел. Суммарный объем русел между двумя соседними линиями рассчитывают путем умножения расстояния между ними на полусумму площадей сечения всех русел по этим двум линиям. Суммарный объем русел между двумя учетными линиями принимают за объем почвы, смытой с участка между этими линиями. Зная площадь этого участка и плотность почвы, рассчитывают количество смытой почвы. Для устранения некоторых недостатков метода вводятся поправочные коэффициенты на вид стока, крутизну, агрофон (Федоров, 1973; Шикула и др., 1973) (таблица 27).

Таблица 27

Поправочные коэффициенты к результатам определения смыва почвы по замеру объема русел

Крутизна склона, град.	При снеготаянии	При дождях
1 – 3	1,5	1,6
4 – 6	1,4	1,5
7 – 9	1,3	1,4
15 – 16	1,2	1,3
20	1,2	1,2

Метод учета изменения уровня почвенной поверхности при помощи шпильек (реперов).

Шпильку с нанесенными на ней делениями погружают в почву до нулевой отметки. Изменение уровня поверхности почвы возле шпильки позволяет судить о величине потери или наноса мелкозема почвы. Этот метод используется при изучении, как водной эрозии, так и дефляции.

Использование реперов позволяет оценить и интенсивность роста оврагов. На основе мензульной съемки составляется детальный план водосборной площади, питающей овраг. На план наносятся рельеф водосбора в горизонталях, контуры оврага, границы сельскохозяйственных угодий и точки установки реперов. В натуре реперы располагают на расстоянии 3 м от уровня оврага и 10 м от его вершины. В зависимости от длины оврага закладывают 5-10 створов. Наблюдения ведутся путем ежегодного измерения расстояний от постоянных реперов до вершины и бровок оврага, а также в пределах профиля в каждом створе.

Об интенсивности проявления линейной эрозии судят по величине протяженности промоин и оврагов (км/км²). по увеличению их плотности (шт/га), по увеличению занимаемой ими площади (м² /га), по увеличению объема вынесенного почво-грунта.

Оценку количества твердого стока в естественных условиях при снеготаянии и дождевых осадках дают с помощью стоковых площадок, используя "Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва при изучении водной эрозии" (1975).

Для характеристики степени расчлененности оврагами склоновых земель в зависимости от расстояния между двумя оврагами используется следующая шкала (Заславский, 1979): слабая - более 1000 м, средняя - 500-1000 м, сильная - 250-500 м, очень сильная - меньше 250 м.

Суммарная протяженность овражной сети в км/км оценивается по шкале: слабая - меньше 0,1, средняя - 0,1-0,25, сильная - 0,25 – 0,50, очень сильная - более 0,75.

При оценке степени смытости почв используется шкала А.Д.Орлова (1971), в которой учитывается снижение мощности слоя почвы с содержанием гумуса более 1% : слабо смытые - до 30%, средне смытые - 30-60%, сильно смытые - 60-100%.

Степень намывтости почв оценивается по мощности намывтого слоя следующим образом (Почвенно-мелиоративное обоснование, 1985): слабонамытые - < 20 см, средненамытые - 20-50 см, сильнонамытые > 50 см.

Диагностическими признаками степени развития дефляционных процессов служат глубина котловин выдувания, их площадь, уменьшение мощности гумусового горизонта (Формирование и свойства перевеянных почв, 1967), степень опесчаненности пахотного горизонта, характер поверхностного наноса, его слоистость и гумусность (Смирнова, 1985).

Степень дефлированности почв оценивается по глубине котловин выдувания следующим образом:

- мелкие - < 30 см, глубокие - 30-70 см, очень глубокие - >70-100см;

по площади, занимаемой котловинами выдувания:

- слабая - < 10%, средняя - 10-25%, сильная - 25-40%, очень сильная - > 40%;

по уменьшению мощности сдутого слоя, см:

- слабая - < 5, средняя - 5-10, сильная - 10-20, очень сильная -20-30, чрезвычайно сильная -> 30

Степень перевеянности почв оценивается по мощности эолового наноса - глубине погребения незродированных почв (Гаель, Смирнова, 1965):

- незначительная - 5 см,
- мелкая - 5-10 см,
- средняя - 10-25 см,
- глубокая - 25-50 см;
- очень глубокая - 50-100 см,
- чрезвычайно глубокая - > 100 см.

Исследование эрозионных процессов значительно облегчает использование аэрокосмической информации (аэрокосмические снимки черно-белые, спектрональные, цветные). Аэрокосмоснимки можно использовать при изучении эрозионных ситуаций как на ключевых участках, так и на больших территориях. Особенно они необходимы при изучении овражной эрозии. При этом, использование аэрокосмосъемки разных лет позволит свести к минимуму дорогостоящие наземные исследования.

12. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОМПЛЕКСОВ

Особое внимание при мониторинге земель поселений необходимо уделять слежению за содержанием токсичных соединений в почвах санитарно-защитных зон животноводческих комплексов и сооружений. Эти комплексы нередко расположены на территории поселений и земли их, как правило, содержат высокие концентрации аммиака, нитратов, нитритов, вредных органических соединений, тяжелых металлов и др. Ранее построенные животноводческие комплексы и сооружение необходимо перенести за границы санитарно-защитных зон (таблицы 28, 29).

Таблица 28

Санитарно-защитные зоны животноводческих комплексов

Комплексы	Расстояние, м
Фермы:	
- коневодческие и кролиководческие крупного рогатого скота,	100
- овцеводческие, звероводческие, птицеводческие	300
- свиноводческие	500
- ветлечебницы	200
Комплексы:	
- свиноводческие на 12-24 тыс. голов	1500
- молодняк крупного рогатого скота, 15-10 тыс. голов	1000
- по производству молока на 1-2 тыс. голов	500
- по производству молока на 1 тыс. голов	300
Птицефабрики:	
- на 100 тыс. кур несушек и до 1 млн. голов бройлеров в год	300
- до 400 тыс. кур несушек и до 3 млн. голов бройлеров в год	1000
- > 400 тыс. кур несушек	1200
Откормочные площадки крупного рогатого скота	3000

Санитарно-защитные зоны животноводческих сооружений

Сооружения	Допустимые расстояния, м	
	от животноводческих зданий	от жилищной застройки
Сооружения механической и биологической обработки жидкого навоза:		
а) свиноводческие		
- < 12 тыс. свиней в год	не менее 60	не менее 500
- 12-54 тыс. свиней в год	не менее 60	1500
- > 54 тыс. свиней в год	не менее 60	2000
б) крупного рогатого скота:		
- менее 1200 коров	не менее 60	300
- 1200-2000 коров и 6000 молодняка	не менее 60	1000
- открытые площадки на на 10-30 тыс. голов	200	3000
в) овцеводческие на 5-30 тыс. голов	не менее 60	300
Открытые хранилища-накопители:		
- жидкого навоза	не менее 60	1200
- биопруды и хранилища	не менее 60	500
- биоперерабатываемых стоков	не менее 60	500

Образцы почв на содержание нитратов, нитритов, аммиачного азота, токсических органических веществ, патогенных микроорганизмов отбираются по всей площади санитарно-защитной зоны в зависимости от рельефа местности несколько раз в год.

13. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ ОСОБО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

К особо экологически опасным объектам относятся территории кладбищ, скотомогильников, утильзаводов по ликвидации трупов животных, свалки твердых и жидких отходов, участки компостирования отбросов и нечистот. Все эти территории требуют пристального особого внимания при мониторинге земель, т.к. продукты разложения трупов животных, отходов и отбросов длительное время сохраняются в почве, внутрибоковым почвенным стоком перемещаются и попадают в водоемы и речную сеть, вовлекаются в биогеохимические циклы и вновь попадают в почву и водоемы. В связи с тем, что химические соединения этих опасных объектов очень разнообразны по своей природе (диоксины, органические кислоты, фенолы, нитраты, нитриты, тяжелые металлы и т.д.) при попадании их в организм человека через воду, растениеводческую и животноводческую продукцию вызывает столь же разнообразные тяжелые заболевания. Этому способствует и большое содержание в почвах этих объектов патогенных микроорганизмов.

Образцы почв на химический и бактериологический анализы необходимо отбирать со всей площади санитарно-защитных зон (таблица 30).

Таблица 30

Санитарно-защитные зоны особо экологически опасных объектов

Объекты	Расстояние до жилищной застройки, м
Кладбища	300
Скотомогильники:	
- с захоронением в ямах	500
- с захоронением в биологических камерах	300
Утильзаводы для ликвидации трупов животных	1000
Контролируемые и неусовершенствованные свалки нечистот и жидких органических отходов	1000
Усовершенствованные свалки для твердых отбросов	300
Участки компостирования:	
- твердых отбросов и нечистот населенных пунктов	500
- мусора без навоза и фекалий	300
- сливные станции	300
Мусоросжигательные и мусороперерабатывающие заводы:	
- центральные	500
- районного значения	300

14. СЛЕЖЕНИЕ ЗА САНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ

Санитарное состояние почв определяют по величине "санитарного числа", которое косвенно характеризует процесс гумификации почвы и позволяет оценить самоочищающую способность почвы от органических загрязнений (Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест, 1999).

Санитарное число - это отношение валового азота к органическому азоту (таблица 31).

Таблица 31

Оценка чистоты почвы по "санитарному числу"
(Гигиеническая оценка качества почвы, 1999)

Характеристика почв	Санитарное число
Практически чистая	0,98 и больше
Слабо загрязненная	от 0,85 до 0,98
Загрязненная	от 0,70 до 0,85
Сильно загрязненная	меньше 0.70

Необходимо проводить слежение за санитарным состоянием земель всех категорий (территории жилой застройки, включая приусадебные участки огороды, сады; скверы, места отдыха, сенокосы, лесные участки, производственные территории, территории санитарно-защитных зон и др.). Образцы почв следует отбирать не менее 1 раза в год, а лучше в динамике - несколько раз в теплый период с учетом контроля (приложение 4).

Методологические принципы отбора проб почвы приведены в таблице 3 приложения.

15. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Оценку степени биологического загрязнения земель следует проводить, согласно методических указаний (Гигиеническая оценка качества почвы. 1999).

15.1. Санитарно-бактериологические показатели

В загрязненной почве отмечается увеличение патогенных энтеробактерий и геогельминтов, которые более устойчивы к химическому загрязнению почвы, чем представители естественных почвенных микробоценозов. Увеличение химического загрязнения приводит к возрастанию эпидемической опасности почвы.

Оценка санитарного состояния почв проводится по результатам анализа почв, в первую очередь, на территориях детских садов, школ, в санитарно-защитных зонах по санитарно-бактериологическим показателям: косвенным - это организмы кишечной палочки и фекальные стрептококки и прямым - это возбудители кишечных инфекций (возбудители кишечных инфекций, патогенные энтеробактерии, энтеровирусы).

При отборе образцов почв и оценки их биологического загрязнения следует руководствоваться приложениями 6-8.

15.2. Санитарно-паразитологические показатели

Из всех объектов окружающей среды почва наиболее часто и интенсивно загрязняется возбудителями кишечных заболеваний: гельминтозы, лямблиоз, амебиаз и др. Почва для яиц геогельминтов является неотъемлемой средой прохождения их биологического цикла и местом временного пребывания для яиц биогельминтов, а также цист кишечных патогенных простейших.

Яйца геогельминтов сохраняют жизнеспособность в почве от 3 до 10 лет. биогельминтов до года, цисты кишечных патогенных простейших от нескольких дней до 3-6 месяцев.

Количественные критерии паразитологического загрязнения почв различных территорий представлены в приложении 7.

Санитарно-паразитологические исследования проводятся в соответствии с методическими указаниями (Методические указания по гельминтологическому исследованию объектов среды.... 1976).

15.3. Санитарно-энтомологические показатели

Санитарно-энтомологическими показателями являются личинки и куколки синантропных мух.

Критерием оценки санитарно-энтомологического состояния почвы является отсутствие или наличие преимагинальных (личинки и куколки) форм синантропных мух в ней на площадке размером 20 x 20 см.

Оценка санитарного состояния почв по наличию в ней личинок и куколок мух проводится в соответствии с приложением 7.

Санитарно-энтомологические исследования проводятся в соответствии с методическими указаниями (Методические указания по борьбе с мухами.... 1984).

Обобщенные схемы объектов наблюдения и показатели оценки санитарного состояния почв населенных пунктов приведены в приложении 7-8.

16. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ

Исследования биологической активности почв необходимо проводить при углубленной оценке ее санитарного состояния и способности к самоочищению.

Основными интегральными показателями биологической активности почвы являются: общая численность микроорганизмов, численность основных групп микроорганизмов – сапрофитных бактерий, актиномицетов, микромицетов, фосфотазная, каталазная и целлюлазная активность. Наряду с этими показателями необходимо определять степень интенсивности трансформации соединений углерода и азота в почве (“дыхание” почвы, динамика аммиака и нитратов в почве, азотфиксация, нитрификация, денитрификация), а также динамику кислотности и окислительно-восстановительного потенциала.

Перечень показателей определяется целями исследования, природой и интенсивностью загрязнения, направленностью землепользования.

17. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Автомобильный транспорт сильно загрязняет прилегающие к дорогам земли полициклическими углеводородами (бенз(а)пирен) и тяжелыми металлами и, в первую очередь, свинцом. С выхлопными газами около 70% свинца выносятся в виде мелких частиц и рассеивается в окружающей среде. Ширина зон загрязнения вдоль дорог составляет 30-150м, иногда - 300м (Никифорова, 1981; Покровская, 1986; Ильин, 1992). Вдоль автомобильных дорог содержание свинца может достигать сотни и тысячи мг/кг почвы, что превышает фоновое содержание его на несколько порядков.

Кроме свинца почвы придорожных зон загрязняются кадмием и цинком и может превышать фоновое содержание в 2 – 10 раз (Никифорова, 1981).

Слежение за содержанием полициклических углеводородов и тяжелых металлов в почвах вдоль автомагистралей следует проводить на расстоянии от последних 10, 20, 30, 50, 100, 150 м с периодичностью в 2-5 лет.

18. СЛЕЖЕНИЕ ЗА КАЧЕСТВОМ ВОДЫ В КОЛОДЦАХ И РЕЧНОЙ СЕТИ

Мониторинг водных источников на территории поселений необходимо проводить несколько раз в году по всем показателям, приведенных выше (тяжелые металлы, канцерогенные вещества, радиоизотопы, токсичные соли, пестициды и т.д.). При этом, нужно учитывать предельно допустимые концентрации этих веществ (таблица 32).

Таблица 32

ПДК некоторых химических веществ и органических соединений в воде, мг/л
(Беккер, Агаев, 1989)

Элементы и соединения	Водоемы	
	Рыбохозяйственные	санитарно-бытового назначения
1	2	3
Аммиак	0,05	2,0
Бензол	0,5	0,5
Ванадий	-	0,1
Барий	-	0,1
Бериллий	-	0,0002
Железо	-	0,5
Кадмий	0,005	0,01
Кобальт	-	0,1
Магний	40,0	40,0
Медь	0,001	-
Молибден	-	0,25
Мышьяк	0,01	0,03
Никель	0,01	0,1
Нефть и нефтепродукты	0,05	0,3
Ртуть	0,0005	0,001
Свинец	-	0,03
Селен	-	0,001
Сероуглерод	1,0	1,0
Сурьма	-	0,05
Титан	-	0,1
Фенол	0,001	0,001
Хром	-	0,5
Цинк	0,05	-
Алкилсульфаты	0,2	0,5
Анилин	0,0001	0,1

Продолжение Табл. 32		
1	2	3
Атразин	0,005	0,5
Бутанол-1	0,03	1,0
Венилбензол	0,1	-
Гексахлорэтан	-	0,01
Гранозан	0,00001	0,0001
Дигидроксибензол	0,004	0,1
Диметиламин	0,005	0,1
Дихлорметан	0,4	7,5
Изо бутилен	0,025	0,5
Изопрен	0,005	0,01
Ксилол	0,05	0,05
Натриевая соль	0,0005	5,0
Нитробензол	0,01	0,2
Севин	0,0005	0,1
Циклогексан	0,01	0,1

Примечание. Прочерк обозначает "не определялся".

Качество воды необходимо учитывать по индексу загрязненности вод (ИЗВ). В соответствии с методикой Госкомгидромета (Савилов и др., 1996) ИЗВ рассчитывается по формуле:

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i}}{6},$$

где 6 - строго лимитируемое количество показателей, берущихся для расчета, имеющих наибольшие значения независимо от того превышают они ПДК или нет; C_i - концентрация 1-го загрязняющего вещества, мг/л; ПДК $_i$ - предельно допустимая концентрация 1-го загрязняющего вещества, мг/л.

Классификация качества воды представлена в таблице 33.

Классификация качества воды по индексу загрязненности вод (Савилов и др., 1996)

ИЗВ	Класс качества воды	Качество воды
< 0,3	1	Очень чистая
0,3 – 1.0	2	Чистая
1.0-2,5	3	Умеренно загрязненная
2.5-4.0	4	Загрязненная
4.0-6,0	5	Грязная
6.0-10	6	Очень грязная
> 10	7	Чрезвычайно грязная

При мониторинге земель поселений, находящихся вне зоны влияния крупных промышленных центров, главное внимание следует уделять гумусному состоянию почв содержанию питательных элементов в почвах, эрозионным и дефляционным процессам.

Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) некоторых химических элементов в почве приведены в приложении 9, а комплексная экологическая оценка состояния почв (по ряду критериев) – в приложении 10.

Растительность является хорошим индикатором экологического состояния территории, поэтому при мониторинге больших территориальных площадей можно пользоваться критериями, приведенными в приложениях 11-12. В приложении 13 приведен комплекс биогеохимических критериев оценки территорий.

При оценке состояния земель и водных источников необходимо пользоваться нормативными документами, приведенными в списке литературы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авакян Н.О. и др. Комплексное изучение загрязненности почв тяжелыми металлами //Агрохимия, 1984, № 5. С. 63-66.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М: Логос, 2000. 626 с.
3. Антонов В.П. Миллиграммы предела //Природа и человек, 1986, № 4. С. 24-
4. Беккер А.А., Агаев Т.Б. Охрана и контроль загрязнения природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 286 с.
5. Белицина Г.Д. и др. Почвоведение. Ч. 1. Почва и почвообразование. М.: Высшая школа, 1988, 400 с.
6. Большакова В.А., Краснова Н.М., Борисочкина Т.И., Сорокин С.Е., Граковский В.Г. Агротехническое загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами. Источники, масштабы, рекультивация. М., 1993. 83 с.
7. Важенин И.Г. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязненности промышленными выбросами. М., 1987. 26 с.
8. Важенин И.Г. Микроэлементы в почвах в зоне воздействия техногенных выбросов через атмосферу // 9 Всесоюзная конференции по проблемам микроэлементов в биологии. Кишинев: Штиинца. 1981. С.95-100
9. Важенин И.Г. Методические указания по агрохимическому обследованию и картографированию почв на содержание микроэлементов. М. 1976. 78 с.
10. Важенин И.Г., Лычкина Г.И. Модельные опыты по изучению миграции тяжелых металлов в почве //Бюллетень Почвенного института им. В.В.Докучаева, 1980, вып. 24. С. 38-40.
11. Гаель А.Г., Смирнова Л. Ф. К вопросу о классификации легких почв по степени их ветровой эродированности // Почвоведение, 1965, № 4. С. 1-15.
12. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Методические указания. МУ 2.1.7.730-99. М.: Минздрав России, 1999. 39 с.
13. Гладкий В.И. Кадастровые работы в городах. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1998.-281с.
14. Горбачев В.Н., Бабинцева Р.М. Проблемы антропогенной патологии почв бассейна оз. Байкал Земельные ресурсы Бурятии. Улан-Удэ. 1994. С. 10-11.
15. Горбачев В.Н., Бабинцева Р.М., Демиденко Г.А., Мирошников А.Е., Мучкина Е.Я. Мониторинг земель Красноярска и его пригородной зоны //Гомеостаз лесных экосистем. Материалы X межд. симпозиума "Концепция гомеостаза:

теоретические, экспериментальные и прикладные аспекты”. Новосибирск: Наука, 2001. С. 28-33.

16. Горбачев В.Н., Бабинцева Р.М., Коваленко В.В., Мирошников А.Е., Мучкина Е.А. Экологическое состояние земельных ресурсов Сибири проблемы экологии Сибири. Сб. научн. трудов. Красноярск, 2001. С. 17-30.

17. Горбачев В.Н., Мирошников А.Е., Бабинцева Р.М., Швецова Т. В. Влияние промышленных эмиссий на почвенный покров городов Красноярского края и прилегающих территорий // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения. Тезисы и доклады Всероссийской конференции. М., 1998. Т. 2. С. 122-125.

18. Горбачев В.Н., Попова Э.П. Почвенный покров южной тайги Средней Сибири. Новосибирск: Наука, 1992. 224 с.

19. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды, водоемов и водотоков.

20. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. Наука, 1978. С. 42-47.

21. Гусев Н.Г., Беляев В.А. Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1986. 226 с.

22. Добровольский Г.В., Орлов Д.С., Гришина Л.А. Принципы и задачи почвенного мониторинга // Почвоведение, 1983, N 11. С. 8-16.

23. Евдокимова Г.А. Определение степени токсичности загрязненных металлами почв и некоторые способы их снижения. Практические рекомендации. Апатиты: Изд-во КФ АН СССР, 1985. 12 с.

24. Евдокимова Г.А., Кислых Е.Е., Мозгова Н.П. Биологическая активность почв в условиях аэротехногенного загрязнения на Крайнем Севере. Л.: Наука, 1984. 120 с.

25. Заславский М.Н. Эрозия почв. М.: Мысль. 1979. 247 с.

26. Зырин Н.Г. и др. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе почва-растение // Химия в сельском хозяйстве. М., 1985, № 6. С. 45-48.

27. Иванова Н.А. Некоторые факторы загрязнения почв // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. М., 1986, вып. 43, С. 22-25.

28. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск: Наука, 1991. 151 с.

29. Ковальский В.В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974. 299 с.

30. Ковда В.А., Глазовский Н.Ф. Деятельность человека и почвенный покров планеты //Успехи почвоведения. М.: Наука, 1986. С. 3-11.
31. Контроль химических и биологических параметров окружающей среды. Санкт-Петербург, 1998. 851 с.
32. Краснова Н.М. Влияние тяжелых металлов на активность ферментных препаратов //Бюллетень Почвенного института им. В.В.Докучаева, 1983, вып. 33. С. 35-38.
33. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992. 58 с.
34. Лебедева Е.В., Семенцова С.В. Характеристика микроскопических грибов, выделенных из почв Литовской ССР, загрязненных промышленными выбросами //Вестник ЛГУ, 1985, № 3. С. 40-44.
35. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Садовникова Л.А. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа, 1998. С. 288.
36. Лукина Н.В., Никонов В.В. Поглощение аэротехногенных загрязнителей растениями сосняков на северо-западе Кольского полуострова //Лесоведение, 1993, № 6. С. 34-41.
37. Лянгузова И.А., Чертов О.Г. Жимический состав растений при атмосферном и почвенном загрязнении //Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 75-86.
38. Марфенина О.Е. Изменение структуры комплекса микроскопических грибов при загрязнении почв тяжелыми металлами //Вестник МГУ, сер. Почвоведение, 1985, № 2. С. 46-50.
39. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии. Л.: Гидрометеиздат. 1975. 88 с.
40. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами. М.: ИМГРЭ, 1982.
41. Методические указания по борьбе с мухами. Утв. МЗ СССР 27.01.84. М., 1984.
42. Методические указания по гельминтологическому исследованию объектов внешней среды и санитарным мероприятиям по охране от загрязнения яйцами гельминтов и обезвреживанию от них нечистот, почвы, ягод, овощей, предметов обихода № 1440-76. Утв. МЗ СССР. М., 1976.

43. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами № 4266-87. Утв. МЗ СССР 13.03.87.
44. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы № 2293-81. Утв.МЗ СССР 19.02.81.
45. Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах //Труды 3 Всесоюзн. Сопредельных сред. Обнинск: Гидрометеиздат, 1985. 212 с.
46. Мирошников А.Е., Горбачев В.Н. Эколого-геохимические следствия загрязнения воздуха Красноярской промышленно-городской агломерации тяжелыми металлами-токсикантами //Вестник Красноярского госагроуниверситета, 1999, № 4. С. 98-100.
- 47.Мирошников А.Е., Горбачев В.Н., Титова Е.В. Лабораторный практикум по агрогеохимии. Красноярск, 1997. 54 с.
48. Наплекова Н.Н., Булавко Г.И. Влияние свинца на ферментативную активность выщелоченного чернозема и дерново-подзолистой почвы //Изв. СО АН СССР, сер. Биологические науки, 1985, № 1. С. 98-100.
49. Никонов В.В., Лукина Н.В., Дером Д., Петрова Н.В., Горяинова В.П. Миграция и аккумуляция соединений никеля и меди в Al-Fe-гумусовых подзолистых почвах сосновых лесов в условиях аэротехногенного загрязнения //Почвоведение, 1993, № 11. С. 40-53.
- 50.Нормы радиационной безопасности (НРБ-96).-М.:Госкомсанэпиднадзор России, 1996.-126с.
- 51.Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87. Основные санитарные правила ОСП – 27/87.-М.: Энергоатомиздат, 1988.-160с.
- 52.Общесоюзная инструкция по почвенным исследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования //М.: Колос, 1973. 93 с.
- 53.Оксиюк О.П., Жуковский В.Н., Бригинский Л.П., Линник П.Н., Кузьменко Н.И., Клепус В.Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши //Гидробиологический журнал, 1993., т.29, №4 с.62-76.
- 54.Охрана природы. Почвы. М.: издательство стандартов. 1994. 76 с.
55. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы. Новосибирск: Наука, 1993. 168 с.
56. Покровская С.Ф. Загрязнение почв тяжелыми металлами и его влияние на сельскохозяйственное производство. М., 1986. 57 с.
- 57.Почвенно-мелиоративное обоснование проектов мелиоративного строительства. М. 1985. 314 с.

58. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика. 1995.-528 с.
59. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. Томск, 1997. 384 с.
60. Роом М.Я., Яковлева Е.С., Лутсой Х.И. Сравнительное изучение содержания нитратов в растительных продуктах в 1969/70 гг //Минеральные удобрения и качество пищевых продуктов. Таллин, 1980. С. 161-163.
61. Савилов Е.Д., Колесников С.И., Красовский Г.Н. Инфекция и техногенное загрязнение. Новосибирск: Наука, 1996. 192 с.
62. Саэт Ю.Е. и др. Геохимическое картографирование почв как метод оценки загрязнения городских территорий //Бюллетень Почвенного института им. В.В.Докучаева, 1983, вып. 35. С. 37-40.
63. Саэт Ю.Е., Ревич Б.А. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Наука. 1990. 335 с.
64. Сатаева Л.В., Вертинская Г.К., Малахов С.Г. Загрязнение почв металлами в зависимости от типа преобладающей промышленности //Тр. ИЭМ. 1991. Вып. 18 (149). С. 3-8.
65. Скарлыгина-Уфимцева М.Д. Биогеохимические аспекты охраны биосферы //Проблемы охраны окружающей среды. Л., 1980. С. 127-133.
66. Скрипниченко И.И., Золотарева Б.Н. Распределение ртути по гранулометрическим фракциям лесостепных почв //Почвоведение, 1983, № 3. С. 128-135.
67. Славнина Т.П., Кахаткина М.И. и др. Некоторые аспекты техногенного загрязнения почв. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами //Основы использования и охраны почв Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 1989. С. 186-206.
68. Смирнова Л.Ф. Ветровая эрозия почв. М., 1985. 136 с.
69. Снакин В.В., Кречетов П.П. и др. Оценка состояния почв и ландшафтов для целей экологического нормирования //Биогеохимические основы экологического нормирования. М.: Наука. 1993. С. 126-142.
70. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации //Приложение к журналу "Защита и карантин растений". М.: Колос. 1999.
71. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: Санитарные правила (СанПиН 2.1.4.544-96).-М.: информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1996.-26с.

72. Федоров В.А. Оценка и картирование эрозионных и дефляционных земель. М. 1973.

73. Формирование и свойства переветренных почв. М.: Наука, 1967. 204 с.

74. Чертов О.Г., Лянгузова И.В. и др. Влияние на лесные почвы загрязнения серой в комплексе с тяжелыми металлами // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 65-72.

75. Шикун и др. К вопросу картирования территории по интенсивности эрозийных процессов // Оценка и картирование эрозийных и дефляционноопасных земель. М., 1973.

76. Школьник М.Я. Микроэлементы в жизни растений. Л.: Наука, 1974. 324 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Перечень источников загрязнения и химических элементов, накопление которых возможно в почве в зонах влияния этих источников (Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные ..., 1999)

Вид промышленности	Производственные объекты		Химические элементы
		Приоритетный	Сопутствующий
1	2	3	4
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
	Железорудное производство	Свинец, серебро, мышьяк, таллий	Цинк, вольфрам, кобальт, ванадий
Машиностроение и металлообрабатывающая промышленность	Предприятия с термической обработкой металлов (без литейных цехов)	Свинец, цинк	Никель, хром, ртуть, олово, медь
	Производство аккумуляторов, производство приборов для электротехнической и электронной промышленности	Свинец, никель, кадмий	Сурьма, свинец, цинк, висмут
Химическая промышленность	Производство суперфосфатных удобрений	Стронций, цинк, фтор, барий	Редкие земли, медь, хром, мышьяк, иттрий
	Производство пластмасс	Сернистые соединения	Медь, цинк, серебро
Промышленность строительных материалов	Производство цемента (при использовании отходов металлургических производств возможно накопление соответствующих элементов)	Барий	Ртуть, цинк, стронций

Полиграфическая промышленность	Шрифтолитейные заводы и типографии		Свинец, цинк, олово
Твердые бытовые отходы крупных городов, 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

Приложение 2

Гигиенические нормативы пестицидов и агрохимикатов разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

1999. /Приложение к журналу «Защита и карантин растений», 1999

№	Действующее вещество	ДСД мг/кг массы тела человека	ПДК/ОДК в почве, мг/кг	ПДК/ОБУ в воде водоемов, мг/дм ³	ПДК/ОБУВ в воздухе рабочей зоны при применении, мг/м ³	ПДК/ОБУВ в воздухе атмосферы при применении, мг/м ³	МДУ в продукции, мг/кг	Торговое название препарата
1	2,4 – Д кислота	0,0001	0,1/ (тр.)	0,0002/ (с.-т.)	1,0/	/0.0002	все пищевые продукты – 0,005;	2,4-Д ДМА, Диален, Луварам, Дезормон, Трезор (147), Фенфиз, Лонтрим (91), Диален-супер (61), Аминопелик, Ланцет (169), Лотус Д
2	акролеин	0,0001	нт	0,03/	0.2/	0.03/	Нт	Магнацид М
3	амидосульфурон	0,3	/0.25	/0.003	/1.0	/0.001	зерно хлебных злаков – 0,1*	Гродил
4	атразин	0,0004	0.01/ (фит.) 0,5/ (тр.)	0,002/ (с.-т.)	2,0/	/0.0004	Кукуруза – 0,03; мясо, яйца – 0,02; молоко - нд	Ладдок (37), Лентагран-комби (122), Примэкстра (108)
5	ацифлуофен	0,01	/0.2	0.002/ (общ)	/0.2	/0.01	соя (семена) – 0,1*	Галакси Топ (37)
6	бенсульфурон-метил	0,2	/0.02	0.04/	/1.0	/0.05	рис 0,02	Лондакс
7	бентазон	0,1	/0.15	0.01/ (с.-т.)	5,0/(+)	/0.01	зерно хлебных злаков, рис – 0,1; горох (овощной и на зерно) – 0,1; соя	Базагран, Базагран М (111), Ладдок (29), Галакси Топ (33)

							(семена и масло), кукуруза – 0,1*; хмель сухой – 1,0*	
8	бромоксинил	0,001	/0.1	0.001/ (общ)	/0.3	/0.001	зерно хлебных злаков, просо, кукуруза – 0,05	Парднер, Бюктрил Д (4), Бромотрил
9	галаксифоп-Р-этоксимтил	0,0002	/0.15	0.001/ (общ.)	1,0/	/0,0001	свекла сахарная, подсолнечник и соя (семена), масло растительное, свекла кормовая – 0,05; рапс (семена)–0,2; картофель–0,01*	Зеллек – супер
10	глифосат	0,01	0,5/ (гр.)	0,02/ (с.-т.)	1,0/	/0,001	Подовые, цитрусовые, подсолнечник (семена), зерно хлебных злаков, овощи, картофель, кукуруза, грибы – 0,3; арбузы – 0,3*; виноград, подсолнечник (масло) – 0,1; ягоды (все) – нд	Глиалка, Глисол, Раундап, Свип, Глипер, Глифоган, Мамба, Глифосат, Глифос
11	глифосат тримезиум	0,1	/0.8	0.004/ (общ.)	/0.5	/0.02	зерно ячменя, яблоки – 0,3	Ураган
12	глюфосинат аммоний	0,02	/0,1	/0,02 (с.-т.)	/0.04	/0,002	плодовые, ягодные, цитрусовые, виноград, морковь, картофель – 0,2; подсолнечник, гречиха, просо, рапс, лен, зерно бобовых, хлебных злаков, растительные масла – 0,4	Баста
13	десмедифам	0,025	0,25/ (гр.)	0,05/ (с.-т.)	0.1/	/0,01	свекла сахарная. Столовая, кормовая - 0,1*	Бетанал АМ, Буреден ФД 11 (158), Бетанал прогресс АМ (158, 202), Бетанал С (158), Бетанал АМ 11 (158), Реджио (158, 175), Десфен ФД 11 (158)
14	десметрин	0,0015*	0,1/	0,01/	2.0/	/0,002	капуста – 0,05;	Семерон

			(М-ВЗ.)	(с.-т.)			лук – 0,05*	
15	дикамба	0,06	0,25/ (тр.)	0,02/ (с.-т.)	0,1/	0,01/	зерно хлебных злаков, кукуруза, просо -- нд	Банвел, Чисталан (5), Ковбой, Прессинг, Дифезан, Диален (4), Диален-супер (4), Линтур (147)
16	диметемид	0,02	/0.1	0.1/ (орг.)	/0.7	/0,006	Кукуруза, соя (семена и масло) – 0,02; свекла сахарная и кормовая, подсолнечник (семена и масло) – 0,02*	Фронтьер
17	дифлюфникан	0,01	/0.05	/0.15	/0.6	/0.001	зерно хлебных злаков – 0,05	Кварц-супер (75), Зирол (103)
18	дихлопроп-П	0,002	/0.1	0.02/ (с.-т.)	1,0/ (+)	Нн	зерно хлебных злаков, мука – 0,05	Дуплозан ДП
19	изпротурон	0,006	/0,05	/0.09	нн	Нн	зерно хлебных злаков -0,01	Кварц-супер (71), Толкан
20	имазаметабен з	0,025	/0.3	/0.4	/0.1	/0.02	зерно хлебных злаков – 0,2	Ассерг
21	имзапир	1,0	/0.5	0.1/	/0.1	/0.05	ягоды дикорастущие – 2,0; грибы дикорастущие – 4,0	Арсенал
22	имазетапир	1,0	/0.1	/0.7	/2.0	/0.04	soя (семена и масло) – 0,5	Пивот
23	иоксинил	0,001	/0.2	0.01/ (с.-т.)	/0.1	/0.001	чеснок, лук – 0,1	Тотрил
24	карфентразон -этил	0,03	/0.06	0.1/	/1.3	/0.01	зерно хлебных злаков – 0,02	Аврора
25	квизлофоп-П- тефурил	0,004	/0.1	0,002/ (общ.)	/0.5	/0.003	свекла сахарная, кормовая, картофель – 0,04; свекла столовая, лук, морковь, лен, капуста – 0,04*	Пантера
26	квинкlorак	0,35	/0.2	0,03/ (общ.)	/0.1	Нн	рис – 0,05	Фацет
27	квинмерак	0,08	/0.2	Нт	/1.0	/0,05	свекла сахарная, кормовая – 0,1*	Флирт (184)
28	клетодим	0,01	/0.1	0,002/ (общ.)	/0.7	/0,005	лук, морковь, свекла сахарная, кормовая, столовая, лен- долгунец (семена) – 0,1; картофель – 0,2	Центурион, Селект
29	кломазон	0,04	нн	0,02/	/1.0	/1.0	soя (семена и масло) – 0,01*;	Комманд

				(общ.)			рис – 0,2*; рис (солома) – 0,1*	
30	клопиралид	0,15	/0.1	0.04/	2.0/	/0,01	зерно хлебных злаков – 0,2; кукуруза, свекла сахарная – 0,1*; капуста – 0,05*	Лонтрел-300, Лонтрим (4), Биклон
31	ленацил	0,01	/1.0	0.01/ (с.-т.)	0.5/	/0,01	свекла сахарная, столовая. кормовая – 0,5; земляника - нд	Гексилур
32	мекопроп	0,01	0,4/ (м.-в.)	0,06/ (орг.)	1,0/ (+)	/0,015	зерно хлебных злаков – 0,25	Астикс, Зирол (71)
33	метазахлор	0,003	/0.1	0,002/	1.0/	Нт	капуста – 0,02	Бутизан – С, Бутизан - 400
34	метолахлор	0,002*	/0,02	0,02/ (с.-т.)	/1,0	/0,02	Кукуруза, свекла сахарная, соя (семена) – 0,01*; бахчевые. огурцы – 0,05; хлопчатник (семена) – 0,1*; свекла столовая, подсолнечник (масло) – 0,02*; табак, хмель сухой – 1,0*; череда – нд*	Дуал, Примэкстра (29), Дуал голд
35	метрибузин	0,004	0,2/ (м.-вз.)	0,1/ (общ.)	нн	/0,003	томаты. картофель – 0,25; соя (семена) – 0,25*; соя (масло) – 0,1*	Зенкор
36	молинат	0,01	/0,9	0,07/ (орг.)	0,5/	/0,01	рис – 0,2	Ордрам 6Е, Шаккимол
37	МЦПА	0,002	/0,04	0,003/ (орг.)	1,0/	/0,001	зерно хлебных злаков, горох, лен-долгунец (семена) – 0,05; просо, рис, картофель, подсолнечник (масло) – 0,05	Базагран М (37), 2М – 4Х, Агритокс, Пумасупер комби (159), Хвастокс-экстра
38	напропамид	0,015	нн	1,0/ (орг.)	нн	Нн	подсолнечник (семена)–0,15*; подсолнечник (масло) – 0,05*; томаты, огурцы, кабачок. тыква – 0,1*; табак – 1,0*	Девринол
39	никосульфурон	0,2	/0.2	/0,08 (орг.)	/1.0	/0,01	Кукуруза – 0,05	Милагро
40	оксифлуорфен	0,01	/0,2	/0,01 (с.-т.)	/1.0	/0,001	яблоки, лук – 0,2	Гоал

41	пендиметалин	0,008	/0,15	0,05/ (орг.)	0,5/	Нн	соя (семена и масло), чеснок, табак, хмель сухой – 0,1*; томаты, морковь, капуста, огурцы – 0,05*; петрушка – 0,05	Стомп
42	пиразосульфурон-этил	0,04	/0,2	0,005/ (общ.)	/1,0	/0,001	рис – 0,1	Сириус
43	пиридат	0,02	/0,03	0,002/ (общ.)	/1,0	/0,01	Кукуруза – 0,05	Лентагран, Лентагран-комби (29)
44	прометрин	0,01	0,5/ (тр.)	0,002/ (с.-г.)	5,0/	/5,0	подсолнечник (семена) тмин, кориандр – 0,1*; подсолнечник (масло), кукуруза, картофель, соя (семена и масло), горох, чеснок, фасоль, чечевица – 0,1; морковь, сельдерей, укроп, петрушка – нд	Гезагард
45	пропквизафоп	0,003	/0,15	0,001/ (общ.)	/1,0	/0,0003	лен (семена, треста) – 0,01; свекла сахарная – 0,005	Шогун
46	пропизамид	0,3	/0,2	0,3/	/0,5	/0,003	свекла сахарная – 0,1; цикорий салатный – 1,0*	Керб W
47	римсульфурун	0,02	/0,03	0,002/ (общ.)	/1,5	/0,1	Кукуруза – 0,01	Титус, Базис (143)
48	сетоксидим	0,1	/0,2	0,04/ (общ.) (орг.)	/1,0	/0,08	свекла сахарная, соя (семена и масло) – 0,1; цитрусовые – 0,02; морковь – 0,02*; капуста – 0,03*; плодовые, виноград – 0,05*	Набу, Набу-С, Поаст, Поаст-супер
49	сульфометурон-метил	0,01	/0,04	0,1/ (общ.)	5,0/	0,05/	ягоды дикорастущие – нд; грибы дикорастущие – нд	Анкор – 85
50	тербутилазин	0,003	/0,04	0,005/ (с.-г.)	/1,0	/0,002	плодовые семечковые, виноград, цитрусовые (мякоть) – 0,1; картофель – 0,05	Топогард
51	тербутрин	0,03	/0,3	0,01/ (общ.)	/0,5	/0,01	зерно хлебных злаков, картофель – 0,1	Игран, Топогард (138)

52	тифенсульфурон-метил	0,7	/0,05	0,01/ (общ.)	/0,1	/0,1	зерно хлебных злаков, лен (масло) – 0,5	Хармони, Базис (133)
53	триаллат	0,02*	/0,05	0,003/ (орг.)	1,0/	Нн	зерно хлебных злаков, зернобобовые – 0,05*	Авадекс БВ, Триаллат
54	триасульфурон	0,005	/0,1	0,004/	/2,0	/0,004	зерно хлебных злаков – 0,1	Сатис (177), Трезор (4), Линтур (61)
55	трибенурон-метил	0,01	нд	0,06/ (общ.)	/1,0	/0,003	зерно хлебных злаков – нд	Гранстар
56	трифлусульфурон-метил	0,04	/0,06	0,005/	/1,0	/0,01	свекла сахарная – 0,02	Карибу
57	трифлуралин	0,01*	/0,1	0,02/ (с.-т.)	3,0/	/0,01	Морковь пучковой зрелости, арбуз – 0,25*; подсолнечник (семена), капуста, томаты, огурцы, табак, чеснок, баклажаны, перец, лук – 0,5; подсолнечник (масло), соя (масло) – 0,1*; морковь товарной зрелости – 0,01*; петрушка пучковая зрелая 0,01	Нитран, Трефлан, Трифлуралин, Трифлурекс
58	фенмедифам	0,03	0,25/ (гр.)	0,05/ (общ.)	0,5/	/0,001	Свекла сахарная, столовая, кормовая – 0,2; цикорий, цикорий салатный – 0,5	Бетанал прогресс АМ (56, 202), Бетанал С (56), Бетанал АМ 11 (56), Бурефен ФД 11 (56), Битап ФД 11 (56), Десфен ФД 11 (56), Реджио (56, 184), Экспандер (184)
59	феноксапроп-П-этил	0,01	/0,04	0,0003/ (общ.)	/0,06	/0,002	зерно хлебных злаков, морковь, свекла столовая. подсолнечник (масло), лук – 0,01; свекла сахарная – 0,05*; соя (семена и масло) – 0,05; капуста – 0,02; рапс (семена и масло), горох – 0,2	Фуроре-супер, Пума-супер комби (111), Пума-супер
60	флуазифоп-П-бутил	0,005	/0,3	0,001/ (общ.)	/0,5	/0,08	свекла столовая – 0,1*; свекла сахарная, лук – 0,02; морковь – 0,03*; плодовые, виноград,	Фюзилад-супер

							капуста – 0,02*	
61	флуроксипир	0,2	/0,2	0,01/ (общ.)	/1,0	/0,06	зерно хлебных злаков, лук – 0,05	Старане, Ланцет (4)
62	флуорохлорид он	0,009	/0,03	0,04/ (с.-т.)	/1,2	/0,001	хлопчатник (масло), морковь – нд	Рейсер
63	фторгликофен	0,0006	0,03/	0,002/	0,5/	/0,004	зерно хлебных злаков-0,01	Сатис (147)
64	хизалофоп-этил	0,01	/0,8	0,0001/ (общ.)	/0,2	/0,04	свекла столовая – 0,01; свекла сахарная, морковь – 0,05; капуста – 0,003; лук – 0,001	Тарга, Тарга-супер
65	хлорбромурон	0,01	/0,05	0,4/ (орг.)	0,5/	1,0/	зерно хлебных злаков, кукуруза, соя (семена и масло) – 0,1; морковь - нд	Малоран
66	хдоридазон	0,002	/0,7	0,01/ (с.-т.)	0,5/	0,5/ (м.р.) 0,001/ (с.-с.)	свекла сахарная, столовая, кормовая – 0,1*	Бетоксон, Пирамин, Пирамин ФЛ, Феназон, Реджио (56, 158), Пирамин турбо, Экспандер (158), Флирт (88)
67	хлорсульфоксим	0,0005	/0,02	0,005/ (общ.)	0,5/	/0,001	зерно хлебных злаков, лен (масло), кукуруза – 0,005	Круг, Кросс
68	циклоат	0,1	0,8/ (тр.)	0,2/ (с.-т.)	1,0/	Нн	свекла сахарная. Столовая – 0,3	Ронит 6Е, Шабет
69	этофумезат	0,1	/0,2	0,5/ (общ.)	/0,1	Нн	свекла столовая, кормовая, сахарная – 0,1	Бетанал прогресс АМ (56, 158)

Сокращения и условные обозначения: ВДСД и ВМДУ помечены звездочкой.

кл – клеток; м.-в. – миграционно-водный лимитирующий показатель; м.-вз. - миграционно-воздушный лимитирующий показатель; м.р. – максимально-разовая концентрация; нд – не допускается в пределах чувствительности метода контроля; нн – не нормирован в данной среде; нт – нормирование не требуется в данной среде; общ. – общесанитарный лимитирующий показатель; орг. – органолептический лимитирующий показатель; с.-с. – средне-суточная концентрация;

с.-т. – санитарно-токсический лимитирующий показатель; тр. – транслокационный лимитирующий показатель; фит. – фитосанитарный лимитирующий показатель; А – препарат обладает аллергическим действием; ВДСД – временная допустимая суточная доза; ВМДУ – временный максимально допустимый уровень; ДСД – допустимая суточная доза;

МДУ – максимально допустимый уровень; ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия; ОДК – ориентировочно допустимая концентрация; ОДУ – ориентировочно допустимый уровень; ПДК – предельно допустимая концентрация; (+) препарат опасен при попадании на кожу

Приложение 3

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве (Контроль химических и биологических параметров ..., 1998)

№ пп	Наименование вещества	Величина ПДК с учетом фона, мг/кг	Примечания
1	2	3	4
1	Агелон	0,15	
2	Агелон	0,01	Для почв под культуры, чувствительные к пестицидам
3	Акрекс	1,0	
4	Актеллик	0,5	
5	Актеллик	0,1	Для почв с рН=5,5
6	Альфа-метилстирол	0,5	
7	Атразин	0,5	
8	Атразин	0,01	Для почв под культуры, чувствительные к пестицидам
9	Ацетальдегид	10	
10	Базудин	0,1	
11	Байлетон + метаболит	0,03	
12	Байфидон	0,02	
13	Банвел Д	0,25	
14	Бенз(а)пирен	0,02	
15	Бензин	0,1	
16	Бензол	0,3	
17	Бетанол	0,25	
18	Валексон	1,0	
19	Ванадий	150,0	
20	Ванадий + марганец	100 + 1000	
21	Гардона	1,0	
22	ГЦГ (линдан)	0,1	
23	ГХЦГ (гексахлоран)	0,1	
24	ГХБД (гексахлорбутадиен)	0,5	
25	Гептахлор	0,05	
26	Гетерофос	0,05	Запрещено в с/х
27	Глифосат	0,5	
28	Далапон	0,5	
29	2,4-Д-дигидрофеноксисукусная кислота	0,1	
30	2,4-Д-дихлорфенол	0,05	
31	2,4-Д-аминная соль	0,25	
32	Бутиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	
33	Кротилловый эфир группы 2,4-Д	0,15	
34	Октиловый эфир группы 2,4-Д	0,15	

35	Малолетучие эфиры группы 2,4-Д	0,15	
36	2М-4ХП	0,4	
37	2М-4ХМ	0,6	
38	ДДТ и его метаболиты	0,1	Запрещено в с/х
39	Децис	0,01	
40	Дихлор	0,5	
41	Диурон	0,5	
42	Дуребан	0,2	
43	Зенкор	0,2	
44	Изатрин	0,05	
45	Изопропилбензол	0,5	
46	Изопропилбензол + альфаметастирол	0,5	
47	Иодофенфос	0,5	
48	Карбофос	0,5	
49	Кельтан	1,0	
50	Комплексные гранулированные удобрения состава N:P:K=64:0:15	120,0	
51	Комплексные жидкие удобрения (КЖУ) состава N:P:K=10:34:0	80	
52	Ксилолы (о, м, п)	0,3	
53	Купроцин	1,0	
54	Линурон	1,0	
55	Мезоронил	0,1	
56	Метатион	1,0	
57	Метафос	0,1	
58	Мирал	0,03	
59	Монурон	0,3	
60	Мышьяк	2,0	
61	Нитраты	130,0	
62	Отходы флотации угля	3000,0	
63	Пиримор	0,3	
64	Политриазин	0,01	Для почв с рН=5,5
65	Политриазин	0,1	
66	Полихлоркамфен	0,5	
67	Полихлорпинен	0,5	
68	Прометрин	0,5	
69	Пропазин	0,05	
70	Пропанид	1,5	
71	Ридомил	0,05	
72	Ринкорд	0,02	
73	Ронит	0,8	
74	Ртуть	2,1	
5	Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	
76	Севин	0,05	
77	Семерон	0,1	
78	Сера элементарная	160,0	
79	Сероводород	10,4	

80	Серная кислота	160,0	
81	Симазин	0,01	Для почв под культуры, чувствительные к пестицидам
82	Симазин	0,2	
83	Сумицидин	0,02	
84	Стирол	0,1	
85	Суперфосфат (P ₂ O ₅)	200,0	
86	Сурьма	4,5	
87	Толуол	0,3	
88	Фенурол	1,8	
89	Фозалон	0,5	
90	Фосфамид	0,3	
91	Формальдегид	7,0	
92	Фталафос	0,1	
93	Фурадон	0,01	
94	Фурфурол	3,0	
95	Хлористый калий	560,0	
96	Хлорофос	0,5	
97	Хлорамп	0,05	
98	Циклофос	0,03	
99	Цинеб	0,2	
100	Эптам (подвижные формы)	0,9	
101	Кобальт	5,0	
102	Марганец: Извлечение 0,1 н H ₂ SO ₄ Чернозем Дерново-подзолистая	700,0 300,0 рН 4,0 400,0 рН 5,1 – 6,0	
	Извлечение ацетатно-аммиачным раствором	500,0 рН >6,0 140,0 рН 4,8	
	Чернозем	60,0 рН 4,0	
	Дерново-подзолистая	80 рН 5,1-6,0; 100,0 рН >6,0	
103	Медь	3,0	
104	Никель	4,0	
105	Свинец	6,0	
106	Цинк	23,0	
107	Фтор	2,8	
108	Хром	6,0	

Приложение 4

Допустимые уровни годовых выпадений из атмосферы на почву/Бк/(м²•год)/ • HE – 0,5 мЗв (50 мбэр), H-5 мЗв (500 мбэр)

Нуклид	Путь воздействия			Нуклид	Путь воздействия		
	γ-излучение отложенный на почве	Пищевые цепочки	Общие		γ-излучение отложенный на почве	Пищевые цепочки	Общие
1	2	3	4	5	6	7	8
22 _{Na}	4380	2300	1510	134 _{Cs}	7370	1180	1020
24 _{Na}	3.9+6	2.6+7	3.4+6	137 _{Cs}	2761	1450	951
32 _P	-	2.9+5	2.9+5	140 _{Ba}	3.0+6	8.8+5	6.8+5
35 _S	-	3.0+5	3.0+5	140 _{La}	2.3+6	4.5+6	1.5+6
42 _K	6.4+7	2.4+8	5.1+7	141 _{Ce}	3.2+6	1.5+6	1.0+6
45 _{Ca}	-	2.2+5	2.2+5	144 _{Ce}	6.0+5	1.8+4	1.8+4
47 _{Ca}	1.8+6	2.2+6	9.8+5	143 _{Pr}	-	1.4+6	1.4+6
51 _{Cr}	9.2+6	3.7+7	7.3+6	147 _{Nd}	4.6+6	1.8+6	1.3+6
52 _{Mn}	4.4+5	1.6+6	3.4+5	147 _{Pm}	3.5+9	2.3+5	2.3+5
54 _{Mn}	3.2+4	1.4+5	2.6+4	149 _{Pm}	3.1+8	6.0+6	5.9+6
56 _{Mn}	4.9+7	3.7+11	4.9+7	151 _{Sm}	6.0+5	6.0+5	3.0+5
55 _{Fe}	-	3.1+5	3.1+5	154 _{Eu}	2950	2.6+4	2650
59 _{Fe}	1.6+5	3.3+5	1.1+5	155 _{Eu}	7.5+4	1.8+5	5.3+4
58 _{Co}	9.5+4	1.6+5	5.9+4	153 _{Cd}	2.8+5	4.4+5	1.7+5
60 _{Co}	3370	5780	2.1+3	160 _{Tb}	1.0+5	2.5+5	7.3+4
59 _{Ni}	-	8.0+5	8.0+5	170 _{Tm}	1.3+7	1.3+5	1.2+5
63 _{Ni}	-	3.1+5	3.1+5	175 _{Yb}	5.1+7	7.5+6	6.5+6
65 _{Zn}	6.2+4	1.4+4	1.1+4	177 _{Lu}	6.3+7	4.6+6	4.3+6
73 _{As}	1.4+7	1.5+6	1.3+6	181 _{Hf}	3.4+5	5.2+5	2.0+5
74 _{As}	5.8+5	1.5+6	4.1+5	182 _{Ta}	5.9+4	2.6+4	1.8+4
75 _{Se}	5.9+4	7701	6820	181 _W	1.7+6	1.8+6	9.0+5
86 _{Rb}	4.8+6	7.6+4	7.5+4	185 _W	-	5.2+5	5.2+5
89 _{Sr}	1.2+9	3.3+5	3.3+5	184 _{m Re}	1.4+5	3.1+4	2.5+4
90 _{Sr}	-	1301	1301	191 _{Os}	8.5+6	9.4+5	8.5+5
90 _Y	7.8+10	1.8+6	1.8+6	192 _{Ir}	1.3+5	9.2+4	5.4+4
91 _Y	2.5+7	2.0+5	2.0+5	193 _{Pt}	-	4.1+5	4.1+5
95 _{Zr}	1.7+5	3.7+5	1.2+5	198 _{An}	7.2+6	3.1+6	2.2+6
95 _{Nb}	3.0+5	5.0+5	1.9+5	203 _{Hg}	7.4+5	1.2+6	4.5+6
99 _{Mo}	9.7+6	5.4+6	3.5+6	202 _{Tl}	1.4+6	1.8+6	8.0+5
97 _{Tc}	-	2.0+5	2.0+5	204 _{Tl}	7.4+6	2.8+4	2.8+4
99 _{Tc}	-	2.3+4	2.3+4	210 _{Pb}	6.3+5	25	25
103 _{Ru}	3.8+5	3.8+5	1.9+5	226 _{Ra}	551	90	78
106 _{Ru}	1.1+5	5190	4951	228 _{Ra}	-	117	117
103 _{Pd}	1.8+6	7.0+5	5.0+5	228 _{Th}	1.0+4	359	347
110 _{m Ag}	1.2+4	4090	3040	230 _{Th}	2.6+6	181	81
115 _{m Cd}	6.0+6	2.0+5	2.0+5	231 _{Pa}	2.0+4	9	9
114 _{m In}	9.5+5	9.8+4	8.8+4	233 _U	1.1+6	511	511
113 _{Sn}	1.4+5	8.0+4	5.1+4	235 _U	6900	614	564

125 _{Sb}	1.5+4	8.5+4	1.3+4	238 _U	-	614	614
1	2	3	4	5	6	7	8
127 m _{Te}	9.7+5	6.6+4	6.2+4	237 _{Np}	1.9+4	3.4	3.4
129 m _{Te}	1.7+6	1.8+5	1.6+5	238 _{Pu}	2.9+7	372	372
132 _{Te}	9.4+5	6.9+5	4.0+5	239 _{Pu}	1.2+7	316	316
131 _I	2.6+6	1.2+4	1.2+4	240 _{Pu}	2.2+7	316	316
133 _I	1.5+7	1.8+6	1.6+6				

Приложение 5

Допустимые уровни загрязнения почвы при непрерывных выпадениях (Бк/м²) • НЕ – 0,5 мЗв (50 мбэр), Н-5 мЗв (500 мбэр)

(Гусев, Беляев, 1986)

нуклид	Пути воздействия						нуклид	Пути воздействия					
	γ-излучение отложений на почве	+	Пищевые цепочки	+	Общие	+		γ-излучение отложений на почве	+	Пищевые цепочки	+	Общие	+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
22 _{Na}	1,5+4	8,8+5	7830	6,0+4	5130	5,6+4	134 _{Cs}	2,0+4	2,2+6	3240	2,3+4	2790	2,2+4
24 _{Na}	9740	7,9+8	6,4+4	3,4+8	8451	2,4+8	137 _{Cs}	5,4+4	5,5+5	2,9+4	2,9+4	1,9+4	2,8+4
32 _P	-	-	1,6+4	2,3+6	1,6+4	2,3+6	140 _{Ba}	1,5+5	6,1+8	4,4+4	9,5+5	3,4+4	9,5+5
35 _S	-	-	1,0+5	2,4+6	1,0+5	2,4+6	140 _{La}	1,5+4	4,6+8	3,0+4	6,0+6	1,0+4	5,9+6
42 _K	1,3+5	1,3+10	5,0+5	5,5+8	1,0+5	5,3+8	141 _{Ce}	4,1+5	6,4+8	1,9+5	1,5+6	1,3+5	1,5+6
45 _{Ca}	-	-	1,4+5	4,5+8	1,4+5	4,5+5	144 _{Ce}	6,5+5	1,2+8	2,0+4	1,6+4	1,9+4	1,6+4
47 _{Ca}	3,2+4	3,6+8	3,9+4	3,0+6	1,8+4	3,0+6	143 _{Pr}	3,5+12	-	8,0+4	1,6+6	8,0+4	1,6+6
51 _{Cr}	1,0+6	1,8+9	4,0+6	6,0+7	8,0+5	5,8+7	147 _{Nd}	2,0+5	9,3+8	8,0+4	2,0+6	5,7+4	2,0+6
52 _{Mn}	9830	8,8+7	3,6+4	3,9+6	7700	3,7+6	147 _{Pm}	1,2+10	6,9+11	7,9+5	2,1+5	7,9+5	2,1+5
54 _{Mn}	3,8+4	6,4+6	1,7+5	4,5+5	3,1+4	4,2+5	149 _{Pm}	2,7+6	6,2+10	5,3+4	6,6+6	5,2+4	6,6+6
56 _{Mn}	2,1+4	9,8+9	1,6+8	1,6+12	2,1+4	9,8+9	151 _{Sm}	1,7+7	1,2+8	1,7+7	5,7+5	8,5+6	5,7+5
55 _{Fe}	-	-	1,1+6	1,1+6	1,1+6	1,1+6	154 _{Eu}	2,7+4	5,9+5	2,4+5	3,3+4	2,4+4	3,2+4
59 _{Fe}	2,8+4	3,2+7	5,9+4	9,2+5	1,9+4	8,9+5	155 _{Eu}	4,5+5	1,5+7	1,1+6	1,8+5	3,2+5	1,8+5
58 _{Co}	2,6+4	1,9+7	4,3+4	1,0+6	1,6+4	9,5+5	153 _{Cd}	2,6+5	5,7+7	4,0+5	4,3+5	1,6+5	4,2+5
60 _{Co}	1,4+4	4,4+5	3,6+4	4,0+4	9970	3,7+4	160 _{Tb}	2,9+4	2,1+7	7,1+4	2,5+5	2,1+4	2,5+5
59 _{Ni}	-	-	2,9+7	2,0+6	2,9+7	2,0+6	170 _{Tm}	6,6+6	2,6+9	6,3+4	1,2+5	6,3+4	1,2+5
63 _{Ni}	-	-	9,0+6	5,8+5	9,0+6	5,8+5	175 _{Yb}	8,4+5	1,0+10	1,2+5	8,2+6	1,1+5	8,2+6
65 _{Zn}	5,8+4	1,2+7	1,3+4	1,8+5	1,0+4	1,7+5	177 _{Lu}	1,7+6	1,3+10	1,2+5	5,0+6	1,1+5	5,0+6
73 _{As}	4,2+6	2,7+9	4,6+5	2,0+6	4,2+5	2,0+6	181 _{Hf}	5,7+4	6,8+7	8,7+4	7,6+5	3,4+4	7,5+5
74 _{As}	4,1+4	1,2+8	1,0+5	2,7+6	2,9+4	2,6+6	182 _{Ta}	2,6+4	1,2+7	1,2+4	9,4+4	8081	9,3+4
75 _{Se}	2,7+4	1,2+7	3560	1,1+5	3151	1,1+5	181 _W	8,2+5	3,5+8	8,7+5	3,8+6	4,2+5	3,8+6
86 _{Rb}	3,5+5	9,6+8	5600	2,8+6	5510	2,8+6	185 _W	-	-	1,5+5	7,7+5	1,5+5	7,7+5
89 _{Sr}	2,4+8	2,4+11	6,6+4	3,2+5	6,6+4	3,2+5	184 _{mRe}	8,7+4	2,7+7	2,0+4	1,3+5	1,6+4	1,3+5

90 _{Sr}	-	-	2,5+4	3080	2,5+4	3080	191 _{Os}	5,1+5	1,7+9	5,7+4	2,8+6	5,2+4	2,8+6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
90 _Y	7,9+8	1,6+13	1,8+4	2,0+6	1,8+4	2,0+6	192 _{Ir}	3,8+4	2,6+7	2,7+4	2,3+5	1,6+4	2,3+5
91 _Y	5,7+6	4,9+9	4,6+4	1,8+5	4,6+4	1,8+5	193 _{Pt}	-	-	9,8+6	1,4+6	9,8+6	1,4+6
95 _{Zr}	4,3+4	3,4+7	9,2+4	5,8+5	2,9+4	5,7+5	198 _{Au}	7,7+4	1,4+9	3,3+4	5,1+6	2,3+4	5,0+6
95 _{Nb}	4,1+4	6,0+7	3,9+4	2,2+6	2,6+4	2,1+6	203 _{Hg}	1,4+5	1,5+8	2,1+5	1,4+6	8,3+4	1,3+6
99 _{Mo}	1,0+5	1,9+9	3,8+4	1,8+7	3,8+4	1,8+7	202 _{Tl}	6,7+4	2,8+8	8,9+4	2,2+7	3,8+4	2,0+7
97 _{Tc}	-	-	7,2+6	8,8+5	7,2+6	8,8+5	204 _{Tl}	3,5+7	1,5+9	1,3+5	1,1+5	1,3+5	1,1+5
99 _{Tc}	-	-	8,3+5	9,0+4	8,3+5	9,0+4	210 _{Pb}	1,1+7	1,2+8	424	80	424	80
103 _{Ru}	5,9+4	7,6+7	5,8+4	1,1+6	2,9+4	1,1+6	226 _{Ra}	2,0+4	1,1+5	3210	251	2760	250
106 _{Ru}	1,5+5	2,2+7	7250	1,0+4	6920	1,0+4	228 _{Ra}	-	-	788	321	788	321
103 _{Pd}	1,2+5	3,5+8	3,4+4	4,2+6	3,4+4	4,2+6	228 _{Th}	2,7+4	2,1+6	920	933	889	932
110 _{mAg}	1,1+4	2,4+6	3940	3,8+4	2930	3,8+4	230 _{Th}	9,5+7	5,3+8	6530	482	6530	482
115 _{mCd}	1,0+6	1,2+9	3,6+4	2,8+5	3,4+4	2,8+5	231 _{Pa}	7,2+5	4,0+6	326	24	326	24
114 _{mIn}	1,8+5	1,9+8	1,9+4	1,5+5	1,7+4	1,5+5	233 _U	4,0+7	2,2+8	1,8+4	1211	1,8+4	1211
113 _{Sn}	6,3+4	2,8+7	3,6+4	2,0+5	2,3+4	2,0+5	235 _U	2,5+5	1,4+6	2,2+4	1321	2,0+4	1320
125 _{Sb}	5,5+4	3,0+6	3,1+5	1,1+5	4,7+4	1,1+5	238 _U	-	-	2,2+4	1390	2,2+4	1390
127 _{mTe}	4,1+5	1,9+8	2,8+4	1,9+5	2,6+4	1,9+5	237 _{Np}	6,9+5	3,8+6	124	9,1	124	9,1
129 _{mTe}	2,3+5	3,4+8	2,3+4	4,1+5	2,1+4	4,1+5	238 _{Pu}	8,2+8	5,8+9	1,0+4	968	1,0+4	968
132 _{Te}	1,2+4	1,9+8	8810	3,4+5	5120	8,3+5	239 _{Pu}	4,4+8	2,5+9	1,1+4	826	1,1+4	826
131 _I	8,2+4	5,2+8	395	4,4+4	393	4,4+4	240 _{Pu}	7,9+8	4,4+9	1,1+4	826	1,1+4	826
133 _I	5,2+4	3,1+9	650	-	5680	3,1+9							

"+" - контрольные уровни аварийного загрязнения почвы

Методологические принципы отбора проб почвы для оценки их санитарного состояния

Характер анализа	Частота отбора проб	Размещение пробных площадок	Необходимое количество пробных площадок	Размер пробных площадок	Количество объединенных проб с одной площадки	Глубина отбора проб, см	Масса объединенной пробы
Санитарно-химический	Не менее 1 раз/год	на разных расстояниях от источника загрязнения	не менее одной в каждом месте контроля	25м ²	одна из не менее чем 5 точек по 200 г каждая	послойно 0—5 5—20	1 кг
в т.ч. на тяжелые металлы	Не менее 1 раза в 3 года						
Бактериологический	Не менее 1 раз/год	в местах возможного на хождения людей, животных, загрязнения органическим и отходами	на площади 100м ² одна Площадка	25м ²	10 из 3-х точечных по 200—250 г каждая	послойно 0—5 5—20	600—750 г
Гельминтологический	2—3 раз/год	то же, что и для бактериологи и	на площади 100м ² одна Площадка	25м ²	4—10 каждая из 10 точечных по 20 г каждая	послойно 0—5 5—10 м	200
Энтомологический	не менее 2 раз/год	мусоросборн ики разных типов свалки иловые площадки	вокруг одного объекта 10 площадок	0,2 x 2 м	1 из 10 площадок	10	1 кг
Оценка биологической активности почв (динамика самоочищения)	в течение 3 мес. (вегетационн ый период) 1-й мес. – еженедельно. Затем 1раз/месяц	не менее 1 –экспериментальной и 1 контрольной площадки		25м ²	1 объединенная из не менее, чем 5 точечных по 200 г	0—25	1 кг

Схема оценки эпидемической опасности почв населенных пунктов

	Объекты		Категория загрязнения				Показатели кл/г		
		Кишечные палочки	Энтеро – бактерии	Патогенные энтеро- бактерии	Энтеро- вирусы	Яйца гельминтов экз/кг, аскарид, власоглавов, токсокар, онко-сфер, тениид	Цисты кишечных патогенных простейших * экз/100г	Личинки(Л) и куколки (К) мух экз. в почве с площади 20 x 20 см	
Зоны повышенного риска: Территории и детских дошкольных и школьных учреждений, зон рекреации (парки и скверы и др.).огородов, выгульных площадок	Чистая	1 - 9	1 – 9	-	-	-	-	-	
	Загрязненная	10 и выше	10 и выше	+	+	+	+	Л-до 10 К – отсутствие	
Зоны санитарной охраны водоемов	Чистая	1 - 9	1 – 9	1 - 9	-	-	-	-	
	Загрязненная	10 и выше	10 и выше	10 и выше	+	+	+	Л - до 10 К – отсутствие	
Санитарно – защитные зоны	Чистая	1 - 99	1 – 99	-	-	до 5	до 5	-	
	Загрязненная	100 и выше	100 и выше	+	+	свыше 5	свыше 5	Л - до 10 К – отсутствие	

Примечание. Цисты кишечных простейших: лямблий, амёб, балантидий, криптоспоридий, “-” - отсутствие в почве, “+” - наличие в почве.

Приложение 8

Объекты наблюдения и основные показатели оценки санитарного состояния почв населенных мест (показатели выбраны с учетом ГОСТ 17.4.2.01—81 с изм. № 1 от 1985 г. (СТ СЭВ4470-84))

№		Наименование показателя				Объекты наблюдения (функциональные зоны, территории)		
		Жилая зона	Детские дошкольные и школьные учреждения. игровые площадки. Территории дворов	Зоны санитарной охраны Водоемов	Рекреационные зоны (скверы, парки, бульвары, пляжи, лесопарки)	Транспортные магистрали	Промышленная зона	Почвы с/х (опытные поля, сады и огороды, приусадебные участки, тепличные хозяйства)
1	Санитарное число (отношение белкового азота к общему органическому азоту')	+ -	+ -	+ -	-	-	-	-
2	Аммонийный азот, мг/кг	+	+	+	+	-	+ -	+ -
3	Нитратный азот, Мг/кг	+	+	+	+	-	+ -	+ -
4	Хлориды, Мг/кг	+ -	+ -	+ -	+ -	-	+ -	+ -
3	РН	+	+	+	+	+	+	+
6	Пестициды (остаточные кол-ва*), мг/кг	+	+	+	+	-	+ -	+
7	Тяжелые металлы**, Мг/кг	+	+	+	+ -	+	+	+
8	Нефть и нефтепродукты. Мг/кг	+	+ -	+	+ -	+	+	+ -
9	Фенолы летучие. Мг/кг	+	+ -	+	+	+ -	+	+ -
10	Сернистые соединения* *, мг/кг	+	+ -	+	+	+	+	+ -
11	Детергенты* *, Мг/кг	+	+ -	+	+	-	+	+ -
12	Канцерогенные вещества**, мг/кг	+	+	+	+	+	+	+
13	Мышьяк, мг/кг	+	+	+	+	+	+	+
14	Полихлорированные бифенилы	+	+	+	+ -	+ -	+ -	+ -

	мкг/кг							
15	Цианиды, мг/кг**	+	+	+	+	+	+	+
16	Радиоактивные вещества**, Ки/г	+	+	+	+	+	+	+
17	Макрохимические удобрения *, г/кг	+	+	+	+	-	-	-
18	Микрохимические удобрения *, мг/кг	+	+	+	+	-	-	-
19	Лактозоположительные кишечные палочки (Колиформы)***, индекс	+	+	+	+	+	+	+
20	Энтерококки и (фекальные стрептококки). Индекс	+	+	+	+	+	+	+
21	Патогенные микроорганизмы (по эпидпоказаниям), индекс	+	+	+	+	+	+	+
22	Яйца и личинки гельминтов (жизнеспособных), зкз/кг	+	+	+	+	+	+	+
23	Цисты кишечных Патогенных простейших. Экз/100 г	+	+	+	+	+	+	+
24	Личинки и куколки синантропных мух, Экз/в почве площади 20 x 20 см	+	+	+	+	+	+	+

Примечания:

*выбор конкретного показателя - зависит от характера используемых средств химизации сельского хозяйства;

** выбор показателя зависит от характера выбросов источника загрязнения (промышленные, транспортные, коммунальные др.);

*** допускается определение фекальных форм.

Знак “+” означает обязательность определения показателя при определении санитарного состояния почв, знак “—” - показатель необязательный, знак “±” показатель обязательный при наличии источника загрязнения.

Приложение 9

Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве (Контроль химических и биологических ..., 1998)

Наименование веществ	Группа почв с учетом фона	ОДК, мг/кг почвы (валовое содержание)
Никель	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KCL < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KCL > 5,5	20
		40
		80
Медь	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KCL < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KCL > 5,5	33
		66
		132
Цинк	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KCL < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KCL > 5,5	55
		110
		220
Мышьяк	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KCL < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KCL > 5,5	2
		5
		10
Кадмий	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KCL < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KCL > 5,5	0,5
		1,0
Свинец	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), рН KCL < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), рН KCL > 5,5	32
		65
		130

Критерии экологической оценки состояния почв (Критерии оценки экологической обстановки для выделения зон ..., 1992)

Показатели	Параметры		Удовлетворительная ситуация
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация (катастрофа)	
Площадь выведенных из сельскохозяйственного оборота земель вследствие их деградации, % от общей площади сельхозугодий	> 50	30 – 50	< 5
Уничтожение гумусового	A + B	A пах. (A1)	< 0,1 гор. A
Перекрытость поверхности почвы наносами, см	> 20	10 - 20	Отсутствие
Увеличение плотности почвы, раз	> 1,4	1,3 – 1,4	< 1,1
Превышение уровня грунтовых вод, % от критического значения	> 50	25 - 50	Допустимый уровень
Радиоактивное загрязнение, Ки/км ² : цезий – 137 стронций – 90 плутоний (сумма изотопов)	> 40 > 3 > 0,1	15 – 40 1 – 3 > 0,1	< 1 < 0,3 -
Потери гумуса в пахотных почвах за 10 лет, в относительных %%	> 25	10 - 25	< 1
Увеличение содержания легкорастворимых солей, г/100 г	> 0,8	0,4 – 0,8	< 0,1
Увеличение доли обменного натрия, % от емкости катионного обмена	> 25	15 - 25	< 5
Превышение ПДК химических веществ: 1 класса опасности (включая бенз(а)пирен, диоксиды) 2 класса опасности 3 класса опасности (включая нефть и нефтепродукты)	> 3 > 10 > 20	2 – 3 5 – 10 10 – 20	< 1 < 1 < 1
Снижение уровня активной микробной массы, кратность	> 100	50 - 100	< 5
Фитотоксичность почвы (снижение числа проростков), кратность по сравнению с фоном	> 2	1,4 – 2,0	< 1,1

Приложение 11

Состояние растительности как индикатора экологического состояния территории

№	Показатели	Параметры		Относительно удовлетворительная ситуация
		Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	
1.	Уменьшение биоразнообразия (индекс разнообразия Симпсона, в % от нормы).	> 50	25 - 50	< 10
2.	Плотность популяции вида – индикатора антропогенной нагрузки, %	> (<) 50	> (<) 20-50	< (>) 20
3.	Площадь коренных (или квазикоренных) ассоциаций, % от общей площади	< 5	< 30	> 80
4.	Видовой состав естественной травянистой растительности	Уменьшение обилия вторичных видов	Господствующие виды сменились на вторичные	Естественная смена доминантов, субдоминантов и характерных видов
5.	Возрастной спектр ценопопуляции доминантов, возобновление в относительных ед.	< 0,1	0,1 – 0,3	> 0,5
6.	Лесистость, % от оптимальной (зональной)	< 10	< 30	> 90
7.	Запас древесины основных лесобразующих пород, % от нормального	< 30	30 - 60	> 80
8.	Повреждение древостоев техногенными выбросами, % от общей площади	> 50	30 - 50	< 5
9.	Повреждение хвойных пород техногенными выбросами (повреждение хвои), %	> 50	30 - 50	< 5
10.	Заболевание древостоев, %	> 50	30 - 50	< 10
11.	Гибель лесных культур, % от площади лесокультурных работ	> 70	50 - 70	< 5
12.	Площадь гари, не облесившейся в течение не менее 10 лет	> 10 тыс. га	5-10 тыс. га	-
13.	Площадь посевов, поврежденных вредителями, % от общей площади	> 50	20 - 50	< 10
14.	Гибель посевов, % от общей площади	> 30	15 - 30	< 5
15.	Проективное покрытие пастбищной сухостепной и полупустынной			

	растительности, % от нормальной	< 10	10 - 50	> 80
16.	Продуктивность пастбищной растительности, % от потенциальной	< 5	5 - 30	> 80
17.	Изменение ареалов редких видов	Исчезновение ареала	Разделение и сокращение площади ареала	Отсутствует
18.	Повреждения растительности заповедников	Вызывающие смены формаций	Вызывающие смены ассоциаций	Фенотипические, не вызывающие смены ассоциаций
19.	Площадь зеленых насаждений (на человека в крупных городах и промышленных центрах), % от нормативного	< 10	10 - 30	> 90

Приложение 12

Критерии оценки деградации наземных экосистем (Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М., 1992)

<p>Соотношение площадей разной степени нарушенности экосистем, %</p> <p>- слабо и средне измененные,</p> <p>- сильно измененные,</p> <p>- очень сильно измененные.</p> <p>- Структурно-функциональные характеристики состояния экосистем</p>	<p>< 20</p> <p>> 40</p> <p>> 30</p> <p>необратимое нарушение взаимосвязи внутри экосистем</p>	<p>< 30</p> <p>>40</p> <p><30</p> <p>нарушение структуры сообществ без необратимых процессов в экосистемах</p>	
<p>Трофическая структура – изменение удельной массы</p>	<p>Увеличение удельной массы фитофагов на 50%, уменьшение удельной массы зоофагов и сапрофагов на 50%</p>	<p>Увеличение удельной массы фитофагов на 20%, уменьшение удельной массы зоофагов и сапрофагов на 20%</p>	<p>Соотношение практически постоянно (колебания в пределах нормы)</p>

Биогеохимические критерии оценки территорий

№	Показатели	Параметры		Относительно удовлетворительная ситуация
		Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	
<i>Основные показатели:</i>				
		< 4	4 – 8	8 – 20
		<4 или >20	<8 или 16-20	8 – 12
		< 4	4 – 8	8 – 12
		<4 или > 16	< 4 или 12 – 16	4 – 8
1.	Соотношение С : N в почвах в поверхностных водах в растениях в растительных кормах			
2.	Содержание химических элементов в укусах растений и растительных кормах: Ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, сурьма, никель, хром по превышению максимально допустимого уровня:	> 10	5 – 10	1,1 – 1,5
	Селен, мг/кг воздушно-сухого вещества	< 0,02 или > 0,5	0,02 – 0,05	0,1 – 0,5
	Фтор, мг/кг воздушно-сухого вещества	< 2 или >200	2 – 10 или 50 – 200	10 – 20
	Медь, мг/кг воздушно-сухого вещества	< 3 или > 100	3 – 5 или 80 – 100	10 – 20
	Таллий, бериллий, барий по превышению фона	> 10	5 – 10	< 1,5
<i>Дополнительные показатели:</i>				
1.	Соотношение Са : Р в кормах (числитель) с учетом площади аномального ландшафта, % (знаменатель)	<u>< 0,1 или ></u> <u>>20</u> <u>10</u> <u>>20</u>	<u>0,4 – 0,1 или</u> <u>>20</u> <u>5 – 10</u> <u>>20</u> <u><0,1 или > 1</u> <u>5 – 20</u>	<u>1 – 2</u> <u>>20</u> <u>0,8 – 3</u> <u><20</u>
2.	Соотношение Са : Sг в растениях и кормах (числитель) с учетом площади аномального ландшафта, % (знаменатель)	<u>< 1</u> <u>>20</u>	<u>< 10 – 1</u> <u>>20</u> <u>< 1</u> <u>5-20</u>	<u>>100</u> <u>до 100</u> <u>100 – 50</u> <u>до 20</u>
3.	Уровень содержания химических веществ в укусах растений и			

	растительных кормах:			
	Алюминий, олово, висмут, теллур, вольфрам, марганец, галлий, германий, индий, иттрий по превышению фона йод, мг/кг воздушно-сухого вещества	> 50 <0,05 или > 20	10 – 50 0,05-0,1 или > 2,0 – 20	1,5 – 2 0,2 – 2,0
4.	Уровень содержания биологически важных микроэлементов в укусах растений и растительных кормах, мг/кг воздушно-сухого вещества: Цинк Железо Молибден Кобальт Бор	<10 или >500 <20 или > 500 <0,2 или >50 <0,01 или > 50 <0,1 или >300	10-30 или 100-500 20-50 или 200-500 0,2-2 или > 10 – 50 0,1-0,3 или 5 – 50 0,1-1,0 или 30 – 300	30 – 60 >50-100 ➤ 2 –3 ➤ 0,3-1,0 > 1 – 30

Основные государственные стандарты

1. ГОСТ 17.4.3.05-86 Охрана природы. Почвы. Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения.
2. ГОСТ 17.4.1.02.-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнений.
3. ГОСТ 17.4.1.03-84 Охрана природы. Почвы. Термины и определения химического загрязнения.
4. ГОСТ 17.4.3.06-86 Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ.
5. ГОСТ 17.4.2.01-81 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
6. ГОСТ 17.4.2.02-83 Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для землепользования.
7. ГОСТ 17.4.2.03-86 Охрана природы. Почвы. Паспорт почв.
8. ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
9. ГОСТ 17.4.3.03-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
10. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнений.
11. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
12. ГОСТ 17.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического бактериологического, гельминтологического анализа.
13. ГОСТ 17.5.3.02-90 Охрана природы. Земли. Нормы выделения на землях государственного лесного фонда защитных полос лесов вдоль железных и автомобильных дорог.
14. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.
15. ГОСТ 17.1.1.03-86 Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов.
16. ГОСТ 17.1.2.03-90 Охрана природы. Гидросфера. Критерии и показатели качества воды для орошения.
17. ГОСТ 17.1.3.04-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения пестицидами.
18. ГОСТ 17.1.3.05-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью нефтепродуктами.
19. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.
20. ГОСТ 17.1.3.11.84 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования охраны поверхностных и подземных вод от загрязнения минеральными удобрениями.

21. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения.
22. ГОСТ 17.1.4.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к методам определения нефтепродуктов в природных и сточных водах.
23. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
24. ГОСТ 17.1.5.02-80 Охрана природы. Гидросфера. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов.
25. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.

Основные нормативные документы

- Н-1 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК): Санитарные правила и нормы № 128-4275-87.
- Н-2 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). Список № 4, № 2546-82 от 30.04.82.
- Н-3 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). № 3210 от 01.02.85.
- Н-4 Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве (САН ПиН 42-128-4433-87), М.: МЗ СССР, 1987, с. 5-53.
- Н-5 Санитарно-гигиенические нормы предельно допустимых количеств (ПДК) и ориентировочно допустимых (ОДК) пестицидов в почве (САН ПиН 42-128-4275-87), М.: МЗ СССР, 1987.
- Н-6 Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве (САН ПиН 42-128-4433-87). М.: МЗ СССР, 1988. 54 с.
- Н-7 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах (САН ПиН 42-123-4089-86 от 31.03.86). М., 1986.
- Н-8 Санитарно-гигиенические нормы “Допустимые уровни содержания нитратов в продуктах растительного происхождения и методы их определения” (САН ПиН 42-123-4619-88). М., 1988.
- Н-9 Нормативные документы по контролю за содержанием токсикантов в продукции растениеводства. М.: ВО “Агропромиздат”, 1988. 28 с.
- Н-10 Нормы радиационной безопасности (НРБ-76) и основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОСП-72/80). М.: МЗ СССР, 1981.
- Н-11 Нормы радиационной безопасности (НРБ-76). М., 1978.
- Санитарно-гигиенические требования к средствам индивидуальной защиты и их применение с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений (ОРВ № 13). М., 1981.
- Н-12 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве. М.: МЗ СССР, 1979. – 18 с.
- Н-13 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). М.: МЗ СССР, 1980. – 59 с.
- Н-14 Предельно допустимые концентрации пестицидов в почве (ПДК). Список № 2. М.: МЗ СССР, 1981.
- Н-15 Предельно допустимые концентрации пестицидов в почве (ПДК). Список № 3. М.: МЗ СССР, 1982.
- Н-16 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). Список № 4. М.: МЗ СССР, 1982. – 23 с.
- Н-17 Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). М.: МЗ СССР, 1985. – 31 с.
- Н-18 Закон Российской Федерации “Об охране окружающей природной среды”. № 2061 от 19.12.91 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	1
1. МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ	7
2. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ ПЛОТНОСТИ ПОЧВ	13
3. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА ГУМУСА	14
4. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ИЗМЕНЕНИЕМ КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫХ И ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ	17
5. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ ПЕСТИЦИДАМИ	22
6. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ	29
7. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ КАНЦЕРОГЕННЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ	41
8. СЛЕЖЕНИЕ ЗА РАДИОАКТИВНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ЗЕМЕЛЬ	45
9. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОЧВАХ .50	
10. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ СОЛЕЙ В ПОЧВАХ	52
11. СЛЕЖЕНИЕ ЗА ЭРОЗИОННЫМИ И ДЕФЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ ЗЕМЕЛЬ	54
12. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ И КОМПЛЕКСОВ	58
13. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ ОСОБО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ	60
14. СЛЕЖЕНИЕ ЗА САНИТАРНЫМ СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ	61
15. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ	62
15.1. Санитарно-бактериологические показатели	62
15.2. Санитарно-паразитологические показатели.....	62
15.3. Санитарно-энтомологические показатели	63
16. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВ	64
17. СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗЕМЕЛЬ ВДОЛЬ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ	65
18. СЛЕЖЕНИЕ ЗА КАЧЕСТВОМ ВОДЫ В КОЛОДЦАХ И РЕЧНОЙ СЕТИ	66
ЛИТЕРАТУРА	69
ПРИЛОЖЕНИЯ	75
Приложение 1	76
Приложение 2	78
Приложение 3	85
Приложение 4	88
Приложение 5	90
Приложение 6	92
Приложение 7	93
Приложение 8	94
Приложение 9	96
Приложение 10	97
Приложение 11	98
Приложение 12	100
Приложение 13	103
Приложение 14	105
Приложение 15	107

