

Практическая работа 2

Тема: Изучение критериев оценки загрязнения почв

Цель работы: изучить и приобрести практические навыки расчета некоторых критериев оценки качества почв, использующихся при проведении оценки воздействия на окружающую среду.

Задание:

- 1) провести расчет опасности загрязнения почвы по суммарному показателю загрязнения (Z_c),
- 2) заполнить таблицу 2.6,
- 3) ответить на контрольные вопросы.

Задание для самостоятельной работы

Для оценки содержания вредных веществ в почве провели отбор проб на участке площадью 25 м² в 5 точках по диагонали с глубины 0,25 метров. В результате исследований установлено, что почва загрязнена вредными веществами, представленными в таблице 2.1.

Порядок выполнения работы

1. Определить опасность загрязнения почвы. В начале подсчитайте коэффициент концентрации химического элемента K_c как отношение $C_i/ПДК_{ni}$ для каждого ингредиента в соответствии с вариантом задания (табл. 2.1). **Номер варианта выбирать по двум последним цифрам пароля.** ПДК химических веществ в почве выбрать в таблице 2.3, в столбце № 2 (ПДК с учетом фона (кларка)).

2. Затем по суммарному показателю загрязнения (Z_c) определите уровень опасности химического загрязнения почвы (табл. 2.5). Результаты вычислений представьте в виде таблицы 2.2.

3. Проведите оценку почвы по данным таблиц 2.3, 2.4, 2.5. Для каких целей можно использовать данную почву, для каких нельзя, как будут вести себя загрязнители в почве (пример оценки миграции представлен в примере). Какими методами и средствами можно уменьшить загрязнение почвы?

Таблица 2.1 -Исходные данные для расчета опасности загрязнения почвы по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

	Фактическая концентрация, C_i (мг/кг)
--	---

	Марганец (валовой)	Мышьяк (валовой)	Ртуть (валовой)	Свинец (валовой)	Хром трехвалентны	Бенз(а)пирен (валовой)	Цинк (водораствори мый)	Медь (водораствори мая)	Суперфосфат (P ₂ O ₅)	Формальдегид
1	2200	-	1,5	34	0,11	0,05	34	5	1900	6
2	3300	1,3	-	22	0,03	0,03	36	10	1800	6
3	4900	2,0	2,8	-	0,06	0,01	40	24	1600	5
4	3100	15,0	1,7	30	-	0,02	24	60	1500	12
5	5500	18,0	2,5	120	0,02	-	25	57	1950	11
6	6000	3,0	2,0	46	0,01	0,03	-	24	1700	7
7	4900	2,8	2,1	75	0,06	0,04	64	-	1800	7
8	4500	9,0	1,2	32	0,08	0,03	100	6	-	8
9	7700	2,2	1,5	58	0,10	0,02	54	8	1500	-
10	6600	2,5	1,8	100	0,04	0,04	26	10	-	11
11	2700	12,0	1,2	65	0,02	0,01	29	-	1400	10
12	5290	1,5	1,6	44	0,07	0,025	-	25	1300	8
13	3600	1,9	1,5	95	0,11	-	30	2	1100	10
14	4580	2,5	1,4	80	-	0,032	1050	340	1850	9
15	3250	3,6	2,2	-	0,07	0,025	950	285	1780	8
16	3160	4,8	-	65	0,04	0,054	860	360	1600	6
17	4600	-	1,9	78	0,05	0,038	770	420	2200	8
18	5800	6,4	-	42	0,03	0,042	820	290	1900	10
19	4200	3,9	2,1	-	0,06	0,062	680	310	1600	12
20	3950	10,3	1,6	96	-	0,022	750	410	1400	8

Таблица 2.2 - Количественный анализ загрязнения почвы

№ п/п	Загрязняющее вещество	Фактическая концентрация загрязняющего вещества в почве, мг/кг	ПДК _п , мг/кг	Коэффициент концентрации химического элемента K_c
1				
2				
...	...			
$Z_c =$				

Пример оценки миграции загрязняющих веществ в почве. Пробы почвы загрязнены цинком (подвижная форма) в количестве 40 мг/кг. Так как из четырех показателей вредности концентрация цинка превышает ПДК транслокационное (25 мг/кг) и общесанитарное (37 мг/кг) и не превышает ПДК водное-миграционное (200 мг/кг), то можно сделать вывод о том, что подвижная форма цинка будет мигрировать из почвы через корневую систему в растения (превышен ТВ показатель), будет отрицательно влиять на самоочищающую способность почв (превышен ОС показатель), не будет мигрировать в водную среду (не превышен МВ показатель).

Контрольные вопросы

1. Что является критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами?
2. Каким образом осуществляется нормирование химического загрязнения почв?
3. Какие разновидности лимитирующих показателей вредности в зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды различают?
4. Какие вещества, загрязняющие почву, относятся к высоко опасным веществам?
5. Назовите основные источники антропогенного загрязнения почвы.
6. Перечислите методы и средства уменьшения загрязнения почв.
7. Чем обусловлена кислотность почв?
8. Что более благоприятно для растений – кислотность или щелочность почвы?

Методические указания

Поверхность почвы испытывает самую значительную по массе антропогенную нагрузку. Если в атмосферу выбрасывается менее 1 млрд тонн вредных веществ (без CO_2), в гидросферу приблизительно 15 млрд тонн, то на почву ежегодно попадает ежегодно 85–90 млрд тонн антропогенных отходов.

Основные источники антропогенного загрязнения почвы:

твердые и жидкие отходы добывающей, перерабатывающей и химической промышленности, теплоэнергетики и транспорта;

- отходы потребления (в первую очередь твердые коммунальные отходы – ТКО);
- сельскохозяйственные отходы и применяемые в агротехнике ядохимикаты;
- атмосферные выпадения токсичных веществ;
- аварийные сбросы и выбросы загрязняющих веществ.

По степени возможного отрицательного влияния на почву, растения, животных и другие живые организмы, загрязняющие вещества подразделяются на три класса (табл. 2.3).

Ранжирование почв по степени их загрязнения химическими веществами имеет важное значение для осуществления природоохранных мероприятий, мероприятий по рекультивации земель.

Накопление фактического материала по загрязнению почв позволит прогнозировать качество пищевых продуктов растительного и животного происхождения, и их опосредованного воздействия на человека.

Таблица 2.3 -Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов к классам опасности

Класс опасности	Примеры химических веществ
I – высокоопасные	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II – умеренно опасные	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III – малоопасные	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Из окружающей среды до 70 % токсинов различной природы попадает в организм человека с пищей и водой. Опасность для здоровья человека представляет присутствие в пищевых продуктах солей тяжелых металлов и ряда других веществ.

Нормирование и контроль загрязнения почв

Принцип нормирования химических веществ в почве значительно отличается от принципов, положенных в основу нормирования их в водоемах и атмосферном воздухе. Опасность загрязнения почвы химическими веществами определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и непосредственно на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является ПДК химических веществ в почве.

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДК_п) – это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

ПДК_п представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве.

Нормативы ПДК_п разработаны для веществ, которые могут мигрировать в атмосферный воздух или грунтовые воды, снижать урожайность или ухудшать качество сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время в России ПДК и ОДК ориентировочно допустимые концентрации установлены следующими нормативными документами:

- ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве»;
- ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве».

Для оценки опасности загрязнения почв выбор химических веществ – показателей загрязнения проводится с учетом:

- специфики источников загрязнения,
- приоритетности загрязнителей,
- характера землепользования.

Нормирование химического загрязнения почв осуществляется по предельно допустимым концентрациям. В зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды различают четыре разновидности лимитирующего показателя вредности, по которым установлены ПДК_п:

- ТВ – транслокационный показатель, характеризующий переход

химического вещества из почвы через корневую систему в растение;

- МА – миграционный воздушный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в атмосферу;
- МВ – миграционный водный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в подземные грунтовые воды и водные источники;
- ОС – общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающуюся способность почвы.

Попавшие в почву химические вещества поступают в организм человека главным образом через контактирующие с почвой среды: воду, воздух и растения, в последнем случае по биологической цепи *почва – растение – человек*. Поэтому при нормировании химических веществ в почве учитывается не только опасность, которую представляет почва при непосредственном контакте с ней, но и последствия вторичного загрязнения контактирующих с почвой сред.

Оценка опасности почв, используемых для сельского хозяйства, основана на транслокационном показателе, важнейшем при обосновании ПДК химических веществ в почве. Это обусловлено тем, что:

- с продуктами питания растительного происхождения в организм человека попадает в среднем 70 % вредных химических веществ;
- уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество.

Если нет возможности учесть весь комплекс химических веществ, загрязняющих почву, оценку проводят по наиболее токсичным веществам, т. е. относящимся к более высокому классу опасности.

При оценке опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать следующее:

- опасность загрязнения тем больше, чем выше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве по сравнению с ПДК;
- опасность загрязнения тем больше, чем выше класс опасности контролируемых веществ;
- при оценке опасности загрязнения любым токсикантом следует учитывать буферность почвы, влияющую на подвижность химических элементов, что определяет их воздействие на контактирующие среды.

Загрязнение почвы в условиях городов и поселений связано с

образованием промышленных и бытовых отходов. В связи с этим органами санитарно-эпидемиологических служб осуществляется санитарный контроль загрязнения почв, который включает предупредительный надзор за проектированием и строительством сооружений по очистке и обезвреживанию промышленных и бытовых отходов, а также текущий надзор за своевременным сбором и удалением промышленных и бытовых отходов и вторичного сырья. Под контролем санитарных и природоохранных служб находится транспортирование отходов, согласование мест их размещения и переработки.

Существующая разница допустимых уровней содержания химических веществ по различным показателям вредности и основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязненных почв позволяют дать рекомендации по практическому использованию загрязненных почв (табл. 2.3).

Оценка опасности загрязнения почвы населенных пунктов определяется:

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

Таблица 2.3 - Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категории загрязненности почв		Характеристика загрязненности	Возможности использования территории	Предлагаемые Мероприятия
1	Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Под любые культуры	Контроль уровня воздействия источников загрязнения почвы и доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений)

2	Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Под любые культуры при условии контроля их качества	Аналогичные мероприятиям категории 1. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или воздушным показателем контроль содержания этих веществ в зоне дыхания сельскохозяйственных рабочих и в воде местных источников
3	Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе	Под технические культуры. Использование под сельскохозяйственные культуры ограничено учетом растений-концентраторов	Кроме мероприятий, указанных для категории 1, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях - продуктах питания и кормах. При необходимости выращивания растений - продуктов питания рекомендуется их перемешивать с продуктами, выращенными на чистой почве. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту с учетом растений-концентраторов
4	Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Под технические культуры. Лесозащитные полосы	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания сельскохозяйственных рабочих и в воде местных источников

Оценка уровня химического загрязнения почв

Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов.

Таковыми показателями являются *коэффициент концентрации химического элемента K_c* и *суммарный показатель загрязнения Z_c* .

Коэффициент концентрации химического вещества K_c определяется как отношение реального содержания загрязняющего вещества в почве к фоновому содержанию по уравнению:

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_{\phi i}},$$

где C_i – фактическое содержание загрязняющего вещества в почве, мг/кг;

$C_{\phi i}$ – фоновое содержание загрязняющего вещества в почве, мг/кг.

Если фоновые концентрации не известны, то можно использовать ПДК_п (табл. 2.4)

Таблица 2.4 - Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Наименование вещества	ПДК мг/кг почвы с учетом фона (кларк)	Показатели вредности			
		Транслокационный	миграционный		Общесанитарный
			Водный	Воздушный	
1	2	3	4	5	6
Подвижная форма					
Медь	3,0	3,5	72,0	-	3,0
Никель	4,0	6,7	14,0	-	4,0
Цинк	23,0	23,0	200,0	-	37,0
Кобальт	5,0	25,0	> 1000,0	-	5,0
Хром трёхвалентный	6,0	-	-	-	6,0
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
Водорастворимая форма					
Фтор	10,0	10,0	10,0	-	25,0
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
Ванадий	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Марганец + ванадий	1000,0 + 100,0	1500,0 + 150,0	2000,0 + 200,0	-	1000,0 + 100,0
Свинец	32,0	35,0	260,0	-	32,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 2,0	-	30,0 + 2,0
Суперфосфат (по Р ₂ О ₅)	200	200	-	-	-

Окончание табл. 2.4

1	2	3	4	5	6
Формальдегид (метаналь)	7,0	-	-	7,0	-
Хлористый калий (K ₂ O)	560,0	1000,0	560,0	1000	5000,0
Хром	0,05	-	-	-	0,05
Нитраты	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бенз(а)пирен	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Изопропилбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфаметилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилолы	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
Сернистые соединения (S):					
Сероводород (H ₂ S)	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
элементарная сера	160,0	180,0	380,0	-	160,0
серная кислота	160,0	180,0	380,0	-	160,0

Поскольку часто почвы загрязнены сразу несколькими элементами, то для них рассчитывают суммарный показатель загрязнения, отражающий эффект воздействия группы элементов, определяется по формуле:

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

где K_{ci} – коэффициент концентрации i -го элемента в пробе;

n – число суммируемых элементов.

Суммарный показатель загрязнения может быть определен как для всех элементов в одной пробе, так и для участка территории по геохимической выборке.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c проводится по оценочной шкале (табл. 2.5), градации которой разработаны на основе изучения показателей здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Таблица 2.5 - Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категория загрязнения почв	Значение Z_c	Изменения показателя здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение уровня общей заболеваемости
Высоко опасная	32-128	Увеличение уровня общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение уровня общей заболеваемости детского населения, женщин с нарушением репродуктивной функции (увеличение токсикозов беременности, числа преждевременных родов)