

Практическая работа № 5

Определение уровня загрязнения почвы населенного пункта и оценка степени опасности для здоровья населения

Цель работы: определение категории загрязнения почв по наличию в них повышенных концентраций загрязняющих веществ и, на основе этого, оценка влияния суммарного загрязнения на здоровье населения.

Задание

1. Определить категорию загрязнения почвы населенного пункта.
2. Определить уровень загрязнения почвы населенного пункта и оценить влияние суммарного загрязнения на здоровье населения.
3. Сделать краткие выводы.

При оценке опасности загрязнения почв загрязняющих веществ необходимо учитывать следующие закономерности:

- опасность загрязнения тем выше, чем больше фактическое содержание загрязняющих веществ в почве C , то есть, чем больше значение коэффициента K_0 превышает единицу. Коэффициент опасности определяется следующим образом:

$$K_0 = C / \text{ПДК} \quad (1)$$

- опасность загрязнения тем выше, чем выше класс опасности загрязняющих веществ. Отнесение наиболее опасных загрязняющих веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов к тому или иному классу опасности, проводится в соответствие с данными таблицы 1;

- опасность загрязнения тем выше, чем ниже буферные свойства почв.

Таблица 1

Отнесение химических веществ, попадающих в почву, к классам опасности (по ГОСТ 17.4.1.02-83)

Класс	Химическое вещество
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенол

Под буферностью почвы понимается совокупность свойств почвы, определяющих ее барьерную функцию, которая в свою очередь обуславливает уровни вторичного загрязнения химическими веществами сред, контактирующих с почвой: растительности, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод.

Основными компонентами почвы, создающими буферность, являются тонкодисперсные частицы, определяющие ее механический состав, органическое вещество (гумус), а также реакция среды pH.

Основные понятия, касающиеся химического загрязнения почв, установлены ГОСТом 27593-88. Почвы. Термины и определения.

Предельно допустимая концентрация химического вещества в почве *представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве*, так как используемые при ее обосновании критерии отражают возможные пути воздействия загрязняющего вещества на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Обоснование ПДК химических веществ в почве базируется на 4 основных показателях вредности, устанавливаемых экспериментально:

- **транслокационном**, характеризующим переход вещества из почвы в растение;
- **миграционном водном**, характеризующим способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водоисточники;
- **миграционном воздушном**, характеризующим переход вещества из почвы в атмосферный воздух;
- **общесанитарном**, характеризующим влияние загрязняющего вещества на самоочищающую способность почвы и ее биологическую активность.

При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания вещества по каждому показателю вредности. Наименьший из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК. Возможности использования территории и предполагаемые мероприятия в зависимости от категории загрязненности почв приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Характеристика возможности использования территории,
в зависимости от категории загрязненности почв**

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
1. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источника загрязнения почвы. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений известкование, внесение органических удобрений).
2. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю.	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории 1. При наличии вещества с лимитирующим миграционным водным и миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в рабочих зонах и в воде местных водоисточников.
3. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности.	Использование 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.

4. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК по всем показателям вредности.	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования. Лесозащитные полосы.	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания сельскохозяйственных рабочих и в воде местных источников.
------------------------	---	--	---

Пример

Задание

На определенном участке территории установлено присутствие в почве меди с солесодержанием подвижных форм, равном 3,2 мг/кг, и свинца с концентрацией 25 мг/кг. Определить категорию загрязненности почвы и возможность ее использования для выращивания сельскохозяйственной продукции; установить характер возможного использования данной территории и мероприятия по снижению токсического воздействия почвенных загрязнений.

Решение

По таблице 3.1 (или 3.2) находим: ПДК меди с учетом фона – 3,0 мг/кг; ПДК свинца с учетом фона – 30,0 мг/кг. Допустимые уровни содержания:

- по транслокационному показателю вредности – меди 3,5 мг/кг.
- по миграционному водному показателю вредности меди – 72,0 мг/кг; свинца 260,0 мг/кг;
- по общесанитарному показателю вредности меди – 3,0 мг/кг; свинца – 30,0 мг/кг.

Уровень содержания меди в почве превышает ее ПДК (3,0 мг/кг) и допустимый уровень при лимитирующем общесанитарном показателе вредности (3,0 мг/кг), но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю вредности (3,5 мг/кг), а следовательно, в соответствии с таблицей 2 категория загрязненности почв медью – умеренно опасная.

Данная территория может использоваться под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений и проведения мероприятий по снижению доступности для них имеющихся токсикантов, то есть меди и свинца.

Таблица 3.1

ПДК химических веществ в почве и допустимые уровни содержания
по показателям вредности

Вещество	ПДК почвы с учетом фона,мг/кг	Показатели вредности			
		Транс- локационный			Обще- санитарный
			Водный	Воздушный	
Cu	3	3,5	72	-	3
Ni	4	6,7	14	-	4
Zn	23	23	200	-	7
Co	5	23	1000	-	5
Водорастворимая форма					
F	2,8	2,8	-	-	5
Валовое содержание					
Sb	4,5	4,5	4,5	-	500
Mn	1500	3500	1500	-	1500
V	150	170	350	-	150
Mn+V	1000+100	1500+150	2000+200	-	1000+100
Pb	30	35	260	-	30
As	2	2	150	-	10
Hg	2,1	2,1	33,1	2,5	5
Pb+Hg	20+1	20+1	30+2	-	30+2

Таблица 3.2

ПДК неорганических химических веществ в почве и максимально допустимые уровни их содержания ($K_{\max}$) по каждому из показателей вредности: K_1 , K_2 , K_3 и K_4 – соответственно транслокационный, миграционный водный, миграционный воздушный и общесанитарный показатели вредности

Вещество	Форма содержания	ПДК в почве с учетом фона, мг/кг	$K_{\max}$, мг/кг				Класс опасности
			K_1	K_2	K_3	K_4	
1	2	3	4	5	6	7	8
Медь	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8	3	3, 5	72	–	3	II
Хром	»	6	6	6	6	6	II
Никель	»	4	6,7	14	–	4	II
Цинк	»	23	23	200	–	37	I
Марганец чернозем	»	140	320	1860	–	140	III
Марганец дерново-подзолистая почва:	»						
pH 4		60	220	1000	–	60	III
pH 1,4...5,6		80	220	1000	–	80	III
pH > 6		100	–	1600	–	100	III

Продолжение табл.3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Марганец черноземы	Извлекаемый 0,1 н H ₂ SO ₄	700	1600	9300	–	700	III
Марганец дерново-подзолистая почва:	»						
pH 4		300	1100	5000	–	300	III
pH 5,1...6		400	1100	5000	–	400	III
pH > 6		500	1100	8000	–	500	III
Кобальт	Аммонийно-натриевый буфер pH 3,5 для сероземов и 4,7 для дерновоподзолистой почвы	5	25	>1000	–	5	II
Фтор	Водо-растворимый	10	10	10	–	25	I
Сурьма	Валовая	4,5	4,5	4,5	–	50	II
Марганец	»	1500	3500	15000	–	1500	III
Ванадий	»	150	170	350	–	150	III
Марганец + ванадий	»	1000 + 100	1500 + 150	2000 + 200	–	1000 + 100	III
Свинец	»	32	35	260	–	32	I
Мышьяк	»	2	2	15	–	10	I

Окончание табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Ртуть	»	2,1	2,1	33, 3	2,5	5	I
Свинец + ртуть	»	20 + 1	20 + 1	30 + 2	–	30 + 2	I
Хлористый калий	»	560	1000	560	1000	5000	III
Нитраты	»	130	180	130	–	225	II
Сернистые соединения (S): элементарная сера	pH	160	180	380	–	160	III
Сероводород	»	0,4	160	140	0,4	160	III
Серная кислота	»	160	180	380	–	160	I
Отходы флотации угля*	»	3000	9000	3000	6000	3000	II
Комплексные гранулированные удобрения**: NPK (64:0:15)	»	120	800	120	800	800	III
Жидкие комплексные удобрения***: NPK (10:4:0)	»	80	> 800	80	> 8000	800	III
Бенз(а)пирен	»	0,02	0,2	0,5	–	0,02	I

Исходные данные для выполнения задания № 1

Вариант	Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/кг	Вариант	Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/кг
1	Никель	8,0	14	Бенз(а)пирен	0,4
	Медь	75,0		Никель	13,0
2	Цинк	20,0	15	Бензол	0,25
	Фтор	4,0		Кобальт	1300,0
3	Кобальт	12,0	16	Толуол	0,45
	Ванадий	120,0		Марганец	2000,0
4	Фтор	1,5	17	Изопропилбензол	2,5
	Мышьяк	8,0		Сурьма	55,0
5	Сурьма	46,0	18	Изопропилбензол	4,0
	Ртуть	2,8		Никель	12,0
6	Марганец	3000,0	19	Альфам етилстирол	0,4
	Мышьяк	3,0		Нитраты	400,0
7	Ванадий	115,0	20	Стирол	0,2
	Цинк	38,0		КГУ	650,0
8	Свинец	240,0	21	Ксилол	92,0
	Никель	3,5		Кобальт	75,0
9	Свинец	42,0	22	Сероводород	150,0
	Сурьма	10,0		Фтор	3,0
10	Мышьяк	4,0	23	Элементарная сера	190,0
	Свинец	60,0		Бенз(а)пирен	0,4
11	Ртуть	3,5	24	Серная кислота	145,0
	Цинк	20,0		Сурьма	5,0
12	Нитраты	150,0	25	ОФУ	8000,0
	Медь	65,0		Бензол	44,0
13	Бенз(а)пирен	0,15	26	КГУ	600,0
	Свинец	39,0		Толуол	98,0

Исходные данные для выполнения задания 1

№ варианта	Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/кг
1	Cr	6,2
	Zn	35,5
2	Cr	6,6
	Zn	21,2
3	Cr	8,5
	Zn	25,8
4	Cr	9,1
	Zn	22,5
5	Pb	28,9
	V	179
6	Cr	15,2
	Cu	1,5
7	Ni	6,2
	Co	92,8
8	Co	86,3
	Hg	1,1
9	Cu	75,2
	Pb	21,2
10	Pb	265,4
	Hg	2,8
11	Ni	2,8
	Cu	80,1
12	Ni	2,2
	Hg	2,5
13	Cu	8,8
	V	351
14	Cu	1,8
	V	385
15	Ni	18,5
	Cu	3,5
16	Zn	58,5
	Pb	112
17	Pb	58,2
	V	125
18	Ni	5,5
	V	185
19	Cr	10
	Co	38,6
20	Co	525,4
	V	115

Пример выполнения второго задания

Оценка уровня загрязнения почв населенных пунктов проводится по двум показателям: коэффициенту концентрации отдельного вещества K_c и суммарному показателю загрязнения Z_c при наличии в почве нескольких загрязняющих компонентов. Коэффициент концентрации загрязняющих веществ определяется отношением

$$K_c = C/C_{\phi}, \quad (3)$$

где C – реальная концентрация данного химического вещества в почве, мг/кг;
 C_{ϕ} – фоновая концентрация в почве данного вещества, мг/кг. Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций загрязняющих почву химических элементов:

$$Z_c = K_c \cdot (n-1), \quad (4)$$

n – число учитываемых ЗВ.

Оценка опасности загрязнения почв по найденному суммарному показателю Z_c проводится с помощью данных таблицы 4.

Таблица 4

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю.

Категория загрязнения почв	Показатель Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
1. Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений
2. Умеренно опасная	16-32	Увеличение общего уровня заболеваемости
3. Высоко опасная	32-128	Увеличение общего уровня заболеваемости, числа часто болеющих детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы.

4. Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных).
------------------------	-----------	---

Необходимо определить категорию загрязнения почвы населенного пункта химическими веществами по суммарному показателю загрязнения; дать характеристику показателей здоровья населения, проживающего на данной территории.

Исходные данные приведены в табличной форме.

Исходные данные

Загрязняющие вещества	Реальная концентрация в почве C , мг/кг	Фоновая концентрация в почве C_{ϕ} , мг/кг
Фтор	470	208
Бериллий	4,9	1,5
Цинк	255	41,3

Решение

По формуле (3) находим коэффициенты концентрации загрязняющих веществ:

$$K_{cF} = 470/208 = 2,3; K_{cBe} = 4,9/1,5 = 3,3; K_{cZn} = 255/41,3 = 6,2.$$

По формуле (4) суммарный показатель загрязнения:

$$Z_C = (2,3 + 3,3 + 6,2) - (3 - 1) = 9,8.$$

В соответствии с данными таблицы 4 рассматриваемые почвы относятся к категории допустимого загрязнения и характеризуются наиболее низким уровнем заболеваемости детей и минимумом функциональных отклонений.

Варианты для второго задания приведены ниже в таблице

Варианты для задания 2

Вариант	Li	Be	S	V	Cr	Co	Ni	Si	Zn	Cd	Hg	Pb
1	61	12	4100	220	740	92	-	-	-	-	-	-
2	-	23	2350	630	1700	66	250	-	-	-	-	-
3	-	-	6100	420	1350	80	350	41	-	-	-	-
4	-	-	-	345	770	170	64	80	300	-	-	-
5	-	-	-	-	3200	31	195	230	510	12	-	-
6	-	-	-	-	-	22	250	215	68	9	0,3	-
7	-	-	-	-	-	-	46	112	265	41	0,1	130
8	55	-	5200	-	415	-	400	-	48	-	0,09	-
9	-	41	-	190	-	44	-	178	-	14	-	66
10	-	-	3210	520	-	-	120	190	-	-	0,07	313
11	116	15	-	-	2345	132	-	-	148	29	-	-
12	-	-	-	590	1100	143	-	-	-	35	0,15	280
13	96	38	4460	-	-	-	276	134	286	-	-	-
14	-	26	3420	355	-	-	-	155	90	11	-	-
15	-	-	2300	615	820	-	-	-	270	32	0,03	-
16	-	-	-	448	1970	83	-	-	-	18	0,6	79
17	86	-	-	-	974	78	314	-	-	-	0,8	1244
18	70	31	-	-	-	73	265	202	-	-	-	266
19	108	-	-	524	1255	-	-	44	257	-	-	88
20	-	19	3910	-	-	-	-	-	114	10	0,02	118
21	121	17	2840	-	-	-	-	-	-	37	0,4	252
22	61	29	-	-	-	114	-	-	-	40	0,08	305
23	-	-	6000	408	1312	76	342	78	-	-	-	-
24	88	-	-	360	785	188	69	92	-	-	-	-
25	-	44	-	-	-	-	171	214	487	21	-	113
Фоновые концентрации, мг/кг												
Все	23,5	1,5	720	63,5	180	8,4	23,2	15,3	41,3	0,7	0,01	11,5