

# **Нормирование качества ПОЧВЫ**

***Оценка степени опасности  
загрязнения почвы химическими  
веществами***

**Экол нормирование, ЗМЭИПЭЭ  
21-20, ЕГФ, Амирова З.К.  
Лабораторная работа № 4.**

Требуются при оценке степени опасности загрязнения почвы токсикантами по уровню их возможного воздействия на системы

"почва - растение",

"почва - микроорганизмы, биологическая активность", "почва - грунтовые воды",

"почва - атмосферный воздух" и

опосредованно на здоровье человека.

# **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ**

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в почве.

ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все возможные пути опосредованного воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания веществ по каждому показателю вредности.

Наименьшее из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК вещества, так как отражает наиболее уязвимый путь воздействия данного токсиканта.

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

- специфики источников загрязнения, определяющих комплекс химических элементов, участвующих в загрязнении почв изучаемого региона ([табл. 5 П](#));
- приоритетности загрязнителей в соответствии со списком ПДК химических веществ в почве ([табл. 3.2](#)) и их классом опасности;
- характером землепользования ([табл.6 П](#)).

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

**В общем плане при оценке опасности  
загрязнения почв химическими веществами  
следует учитывать:**

а) опасность загрязнения тем больше, чем больше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве (С) превышают ПДК. То есть опасность загрязнения почвы тем выше, чем больше значение коэффициента опасности ( $K_o$ ) превышает 1, т.е.:

$$K_o = C/ПДК; \quad 3.1)$$

б) опасность загрязнения тем выше, чем выше класс опасности контролируемых веществ;

в) оценка опасности загрязнения любым токсикантом должна проводиться с учетом буферности почвы

**ПОД "БУФЕРНОСТЬЮ ПОЧВЫ" ПОНИМАЕТСЯ СОВОКУПНОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ЕЕ БАРЬЕРНУЮ ФУНКЦИЮ, ОБУСЛАВЛИВАЮЩУЮ УРОВНИ ВТОРИЧНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ КОНТАКТИРУЮЩИХ С ПОЧВОЙ СРЕД: РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД, АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА.**

Основными компонентами почвы, создающими буферность, являются тонкодисперсные минеральные частицы, определяющие ее механический состав, органическое вещество (гумус), а также реакция среды - рН), влияющей на подвижность химических элементов, что определяет их воздействие на контактирующие среды и доступность растений. Чем меньшими буферными свойствами обладает почва, тем большую опасность представляет ее загрязнение химическими веществами. Следовательно, при одной и той же величине  $K_0$  опасность загрязнения будет больше для почв с кислым значением рН, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом.

Например, если  $K_0$  вещества оказались равными в дерново-подзолистой супесчаной почве, в дерново-подзолистой суглинистой почве и черноземе, то в порядке возрастания опасности загрязнения почвы могут быть расположены в следующий ряд: чернозем < суглинистая дерново-подзолистая почва < супесчаная дерново-подзолистая почва.



# Гигиеническая оценка почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений

Основой оценки опасности загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, является транслокационный показатель вредности, являющийся важнейшим показателем при обосновании ПДК химических веществ в почве. Это обусловлено тем, что:

- 1) с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70 % вредных химических веществ;
- 2) уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество. Существующая разница допустимых уровней содержания химических веществ по различным показателям вредности ([табл. 3.2.](#)) и основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязненных почв позволяют также дать рекомендации по практическому использованию загрязненных территорий.

Таблица 3.1 - Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

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

<p>III. Высоко опасная</p>	<p>Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности</p>	<p>Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений-концентраторов</p>	<p>1. Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях, продуктах питания и кормах. 2. При необходимости выращивания растений продуктов питания рекомендуется их перемешивание с продуктами, выращенными на чистой почве. 3. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту с учетом растений концентраторов</p>
<p>IV. Чрезвычайно опасная</p>	<p>Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности</p>	<p>Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования</p>	<p>Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных лесоводоисточников. Защитные полосы.</p>

Таблица 3.2 - 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	Показатели вредности			
		транслокационный	миграционный водный	миграционный воздушный	общесанитарный
<b>Подвижная форма</b>					
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
Фтор	2,8	2,8	-	-	-
Свинец	6,0	-	-	-	6,0
Кобальт	5,0	25,0	> 1000,0	-	5,0
Хром	6,0	-	-	-	6,0
<b>Водорастворимая форма</b>					
Фтор	10,0	10,0	10,0	-	25,0

<b>Валовое содержание</b>					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	-	50,0
Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	-	1500,0
Ванадий	150,0	170,0	350,0	-	150,0
Марганец + ванадий	1000,0 + 100,0	1500,0 + 150,0	2000,0 + 200,0	-	1000,0 + 100,0
Свинец	30,0	35,0	260,0	-	30,0
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	-	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 2,0	-	30,0 + 2,0
Хлористый калий (K2O)	560,0	1000,0	560,0	1000	5000,0
Нитраты	130,0	180,0	130,0	-	225,0
Бенз(а)пирен (БП)	0,02	0,2	0,5	-	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Изопропилбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфа-метилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилолы	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
<b>Сернистые соединения (S):</b>					
сероводород (H2S)	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
элементарная сера	160,0	180,0	380,0	-	160,0
серная кислота	160,0	180,0	380,0	-	160,0
ОФУ	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГУ	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
ЖКУ	80,0	> 800,0	80,0	> 800,0	800,0

**Пример.** Две пробы почвы, взятых на различной территории, загрязнены никелем, содержание подвижных форм которого составляет в первой 20 мг/кг (1) и во второй - 5 мг/кг (2). Дать характеристику почвам рассматриваемых территорий.

**Решение.** На основании [табл. 3.1](#) и [3.2](#) почва (1) должна быть отнесена к категории "чрезвычайно высокого" загрязнения, т.к. уровень содержания никеля превышает допустимые уровни содержания этого элемента по всем показателям вредности: транслокационному, миграционному водному и общесанитарному. Такая почва может быть использована только под технические культуры или полностью исключена из сельскохозяйственного использования.

Почва 2 может быть отнесена к категории "умеренно опасной", т.к. содержание никеля (5 мг/кг) превышает его ПДК (4 мг/кг), но не превышает допустимый уровень по транслокационному показателю вредности (6,7 мг/кг). В этом случае почва может быть использована под любые сельскохозяйственные культуры при одновременном осуществлении мероприятий по снижению доступности токсиканта - никеля - для растений.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикаторов неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются: **коэффициент концентрации химического вещества** ( $K_c$ ), который определяется отношением его реального содержания в почве ( $C$ ) к фоновому или его предельно допустимой концентрации ( $C_{\phi}$ ):

$$K_c = C/C_{\phi}; \quad (3.2)$$

и **суммарный показатель загрязнения** ( $Z_c$ ). Последний равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражен следующей формулой:

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

где  $n$  - число суммируемых элементов.

# ОЦЕНКА УРОВНЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ

Оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю  $Z_c$ , отражающему дифференциацию загрязнения воздушного бассейна городов как металлами, так и другими, наиболее распространенными ингредиентами (пыль, оксид углерода, оксиды азота, сернистый ангидрид), проводится по оценочной шкале, приведенной в [табл. 3.3](#). Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения показателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.



Таблица 3.3 - Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения ( $Z_c$ )

Степень загрязнения почв	Величина ( $Z_c$ )	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения	Коэффициент $K_3$
Допустимая	Менее 2	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений	0
Слабая	2-8	Увеличение общей заболеваемости	0,3
средняя	8-32	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями,	0,6
сильная	32-64	нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы	1,0
Очень сильная	Более 64	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофий новорожденных)	2,0

**Пример.** На территории населенного пункта расположено предприятие по производству фосфорных удобрений. Почвы населенного пункта загрязнены мышьяком, медью, цинком, валовое содержание которых составляет 25, 66 и 350 мг/кг соответственно, а также фтором с содержанием 13 мг/кг. Определить суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

**Решение.** По формуле (3.3) рассчитываем суммарный показатель загрязнения почв указанным комплексом загрязнителей:

$$Z_c = [\sum K_c] - (n-1) = Z_c = [\sum C/ПДК] - (n-1)$$

$$Z_c = \frac{25}{2,0} + \frac{66}{23} + \frac{350}{85} + \frac{13}{10} - (4-1) = 17,79$$

По табл. 4 степень загрязнения почвы указанной территории средняя, так как показатель  $Z_c$  лежит в интервале 8-32. Для населения, проживающего на территории, где расположено данное предприятие, будет характерно увеличение общей заболеваемости, увеличение числа часто болеющих детей.

## **Задания для самостоятельной работы**

1. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены цинком и медью, содержание подвижных форм которых составляет для цинка – 35 мг/кг, для меди – 2,7 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемой территории.

2. Почвы территорий сельскохозяйственного назначения загрязнены цинком, содержание подвижных форм которого составляют в первой пробе 27 мг/кг, во второй – 15 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

3. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены: первая марганцем, валовое содержание которого составляет 1750 мг/кг, вторая нитратами, валовое содержание которых составляет 150 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

4. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены: первая хромом, валовое содержание которого составляет 40 мг/кг, вторая цинком, валовое содержание которого составляет 120 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

5. Почвы сельскохозяйственного назначения загрязнены: нитратами, валовое содержание которых составляет в первой 130 мг/кг, во второй – 225 мг/кг. Дать характеристику загрязненности почв рассматриваемых территорий.

6. На территории населенного пункта расположено предприятие по производству цветных металлов. Почвы населенного пункта загрязнены свинцом, цинком, медью, хромом, мышьяком, валовое содержание которых составляет 75, 460, 150, 80 и 30 мг/кг соответственно. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

7. На территории населенного пункта расположено электрогенерирующее предприятие. Почвы населенного пункта загрязнены свинцом, марганцем, бенз(а)пиреном, бензолом, сернистыми соединениями ( $H_2SO_4$ ), валовое содержание которых составляет 150, 2900, 0,5; 8,0 и 270 мг/кг соответственно. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.

8. На территории населенного пункта находится предприятие машиностроительной промышленности. Почвы населенного пункта загрязнены свинцом, цинком, никелем, хромом, медью, содержание подвижных форм которых составляют: 28; 160; 85; 120 и 55 мг/кг соответственно. Рассчитать суммарный показатель загрязнения почв и оценить уровень их загрязнения.