

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования**

**Санкт-Петербургский государственный технологический
университет растительных полимеров**

**Кафедра охраны окружающей среды и рационального использования
природных ресурсов**

ОСНОВЫ ТОКСИКОЛОГИИ

**Методические указания
для выполнения контрольных работ**

Факультет - заочный

**Специальность – 280201 «Охрана окружающей среды и
рациональное использование природных ресурсов»**

Санкт-Петербург

2009

УДК 502.7(07)

Основы токсикологии: методические указания для выполнения контрольных работ / сост. Е.Н. Волкова, И.А. Крашенинникова; ГОУВПО СПбГТУРП. - СПб., 2009. - 29 с.

Контрольные работы составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Основы токсикологии».

Предназначаются для студентов заочной формы обучения по специальности 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

Рецензент: профессор кафедры охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов СПбГТУРП, канд. техн. наук Л.М. Исянов.

Подготовлены и рекомендованы к печати кафедрой охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов ГОУВПО СПбГТУРП (протокол № 1 от 30.09.09).

Утверждены к изданию методической комиссией инженерно-экологического факультета ГОУВПО СПбГТУРП (протокол № 6 от 15.10.09).

© ГОУВПО Санкт-Петербургский
государственный технологический
университет растительных полимеров,
2009

Предисловие

Изучение курса «Основы токсикологии» имеет целью дать студентам представление по основным вопросам токсикологии как науки, а также ознакомиться с вопросами промышленной и экологической токсикологии на основе знаний, полученных при изучении общенаучных естественных дисциплин.

При подготовке к экзаменационной сессии необходимо в соответствии с программой курса, используя литературу на с. 21, изучить основы курса и провести самоконтроль по представленным в настоящих указаниях вопросам. После этого следует выполнить контрольную работу и прислать ее для проверки в СПбГТУРП. При написании контрольной работы можно использовать не только источники, приведенные в методических указаниях, но и другую литературу по проблемам токсикологии.

Выбор задания для контрольной работы

Контрольная работа включает в себя подробный ответ на два контрольных вопроса и решение 3 задач. Вариант контрольной работы определяют по двум последним цифрам шифра студента по табл. 1. На пересечении строки предпоследней цифры и столбца последней цифры указаны 4 числа. *1-е число – порядковый номер контрольного вопроса; 2-е число - задание №1, 3-е число - задание № 2, 4-е число - задание № 3.*

Выбор номеров заданий для контрольной работы

Пред- послед- няя цифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
шифра										
0	39;5; 1;20	38;6; 2;19	37; 7; 3;19	36;8; 4;17	35;9; 5;16	34;10; 6;15	33;11; 7;14	32;12; 8;13	31;13; 9;12	30;14; 10;11
1	29;15; 11;10	28;16 13;9	27;17; 12;8	26;18; 14;7	25;19; 15;6	24;20; 16;5	23;4; 17;4	22;3; 18;3	21;1; 19;2	20;2; 20;1
2	19;10; 1;7	18;11 2;8	17;12; 3;9	16;13; 4;10	15;14; 5;11	14;15; 6;12	13;16; 7;13	12;17; 8;14	11;18; 9;15	10;19; 10;16
3	9;20; 11;17	8;9; 12;18	6;8; 13;19	7; 7; 14;20	1; 5; 15;6	5; 4; 16;5	4;3; 17; 4	3; 2; 18;3	2; 1; 19;2	39;1; 20;1
4	38;20; 1;4	37;19; 2;5	36;18; 3;6	35;17; 4;7	34;16; 5;8	33;15; 6;9	32;14; 7;10	31;13; 8;11	30;12; 9;12	29;11; 10;13
5	28;10; 11;14	27;9; 12;15	26;8; 13;16	25;7; 14;17	24;6; 15;18	23;5; 16;19	22;4; 17;20	21;1; 18;3	20;2; 19;2	19;3; 20;1
6	18;20; 1;10	17;19; 2;11	16;18; 3;12	15;17; 4;13	14;16; 5;14	13;15; 6;15	12;14; 7;16	11;13; 8;17	10;12; 9;18	9;11; 10;19
7	8;10; 11;4	7;9; 12;6	6;8; 13;8	5;7; 14;7	4;6; 15;9	3;1; 16;5	2;4; 17;20	1;3; 18;3	39;2; 19;2	38;5; 20;1
8	20;9 1;15	19;8 2;16	18;7 3;17	17;6 4;18	16;2 5;19	15;4 6;20	1;3 7;14	2;5 8;13	3;1 9;12	4;2 10;11
9	37;5; 11;10	36;6; 12;9	35;7; 13;8	34;8; 14;7	33;9; 15;6	32;10; 16;5	31;11; 17;4	30;12; 18;3	29;13; 19;2	28;14; 20;1

Перечень контрольных вопросов

1. Основные формы воздействия вредных веществ на организм, интоксикация.
2. Какие вещества называют ядами, определение токсичности.
3. Острые, подострые и хронические отравления.
4. Задачи токсикологии, примеры опасных и вредных производственных факторов.
5. Концепция ПДК вредных веществ, ее связь с экологическим законом толерантности.
6. Основные токсикометрические характеристики вредных веществ.
7. Эффект суммации вредных веществ. Отличия от синергизма.
8. Понятие о загрязнении атмосферы. Цель и виды нормирования.
9. Раздельное нормирование загрязняющих веществ в водных объектах.
10. Среднесуточная и максимальная разовая ПДК веществ в воздухе.

11. Кинетика накопления и выделения токсичных веществ в организме. Период полувыведения.
12. Понятие о классе опасности вредного вещества в воздухе.
13. Нормирование качества окружающей среды: виды, цели, порядок, показатели.
14. Взаимосвязь между составом, строением, свойствами органических соединений и их токсичностью. Правило Ричардсона.
15. Кумуляция, ее виды и количественная оценка, примеры токсикантов.
16. Принципы и специфика оценки вредных веществ в почве.
17. Критерии оценки токсичных веществ в воде.
18. Классификации вредных веществ.
19. Классы опасности вредных веществ в воде.
20. Предмет и задачи токсикологии.
21. Пути поступления различных вредных веществ в организм и их выделение.
22. Воздействие поллютантов на популяции и экосистемы.
23. Определение класса токсичности отхода.
24. Токсичность бензапиренов и полихлорбифенилов.
25. Диоксины.
26. Формы и показатели воздействия радионуклидов на человека.
27. Токсичность эфиров и альдегидов.
28. Токсичность кетонов, аренов, спиртов.
29. Токсичность соединений кадмия, ртути, свинца.
30. Токсичность ароматических углеводов.
31. Токсичность соединений группы хлора.
32. Токсичность формальдегида.
33. Токсичность цинка, меди, никеля
34. Токсичность соединений азота
35. Токсичность соединений серы
36. Токсичность марганца, бериллия, кобальта.
37. Наиболее значимые канцерогены. Суперэкоксиканты.
38. Понятия вредного вещества, загрязняющего вещества, ксенобиотика, поллютанта. Примеры.
39. Токсичность галагенопроизводных углеводов.

Тема № 1. Временно допустимые концентрации (ВДК) загрязняющих веществ в атмосфере

При проведении работ по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу иногда возникают ситуации, когда для какого-либо вредного вещества отсутствуют гигиенические критерии качества воздуха: ПДК_{м.р}, ОБУВ, ПДК_{с.с}. В этом случае, учитывая, что остановка производства,

выбрасывающего такое вещество, практически нереальна, можно рекомендовать к использованию расчетные значения временно допустимой концентрации в атмосферном воздухе - ВДК_{а.в.}. Расчетные формулы для определения ВДК_{а.в.} основаны на достаточно хорошо изученных порогах рефлекторного действия, токсикометрических показателях и значениях ПДК_{р.з.}

Как известно, перечень ПДК_{р.з.} значительно больше, чем ПДК_{м.р.}, что обеспечивает значительный резерв для регламентирования ВДК_{а.в.}

Расчетные формулы (1,2) для определения ВДК_{а.в.} приведены ниже.

Значения ВДК_{а.в.} могут использоваться в качестве временных критериев качества атмосферного воздуха до утверждения нормативов ПДК_{м.р.}, ПДК_{с.с.} или ОБУВ.

Расчетные методы определения временных допустимых концентраций химических соединений

Применение расчетных методов для обоснования ВДК продиктовано стремлением устранить разрыв между ростом числа новых химических соединений, поступающих в окружающую среду, и реальными возможностями установления для них экспериментально обоснованных ПДК. Первые исследования в этом направлении относились к регламентированным величинам в области воздушной среды рабочей зоны, затем появились работы, касающиеся воды, атмосферного воздуха, почвы и продуктов питания.

Проведение регрессионных исследований с привлечением в качестве исходных токсикометрических данных, регламентируемых величин из смежных областей гигиены, а также физико-химических характеристик позволило найти определенную зависимость между сравниваемыми показателями. Одним из самых перспективных путей было использование физико-химических свойств соединений, что позволило бы избежать экспериментов. Однако оценка большинства предложенных формул показывает их меньшую ценность по сравнению с формулами, используемыми в качестве исходных токсикометрические и регламентируемые показатели.

Несомненно, что расчетные методы не могут полностью подменить экспериментальное обоснование ПДК — это в особенности относится к регламентируемым величинам, обладающим выраженным специфическим действием. Однако, как показывает опыт, для многих химических соединений рассчитанные по формулам значения ВДК весьма близки к узаконенным ПДК.

Для предупредительного санитарного надзора и своевременного обоснования требований к оздоровительным мероприятиям, а также для определения предельно допустимых выбросов (ПДВ) промышленных предприятий можно использовать данные расчета временных допустимых концентраций в атмосферном воздухе - ВДК_{а.в.}

В формуле (1) в качестве исходной величины использованы ПДК_{р.з.}:

$$\lg \text{ВДК}_{\text{а.в.}} = 0,62 \cdot \lg \text{ПДК}_{\text{р.з.}} - 1,77. \quad (1)$$

Учитывая значительно большее число значений ПДК_{р.з.} по сравнению с ПДК_{а.в.}, в настоящее время имеется значительный резерв для регламентирования ВДК_{а.в.}

В тех же случаях, когда нет данных о ПДК_{р.з.}, в качестве исходных могут быть привлечены среднесмертельные концентрации. Тогда ВДК_{а.в.} можно рассчитать по формуле (2):

$$\lg \text{ВДК}_{\text{а.в.}} = 0,58 \cdot \lg \text{ЛК}_{50} - 1,6. \quad (2)$$

Задание № 1. Расчет временно допустимых концентраций загрязняющих веществ

Рассчитать значения ВДК_{а.в.} для предложенных загрязняющих веществ (табл. 2). Значения ПДК_{р.з.} и ЛК₅₀ приведены в Приложении 1.

Таблица 2

Исходные данные для выполнения задания № 1

Вариант № 1	Азота оксид II
Азота оксид IV	Ванадия оксид III
Молибдена сульфид	Сера
Калия цианид	Озон
Хлор	

<u>Вариант № 2</u> Мышьяк Хлора фторид Азота оксид (II) Вольфрам	Кобальта оксид Алюминия гидроксид Натрия нитрит Серы оксид (VI)
<u>Вариант № 3</u> Серы хлорид Алюминия оксид Азотная кислота Серная кислота Кремний	Циановодород Натрия гидроксид Вольфрама сульфид
<u>Вариант № 4</u> Аммония хлорид Железа сульфат Сурьмы хлорид Таллия бромид	Натрия карбонат Аммиак Кремния карбид Серебро
<u>Вариант № 5</u> Стронция карбонат Бария карбонат Алюминия фторид Железа хлорид	Кремния оксид Никель Титана хлорид Таллия сульфат
<u>Вариант № 6</u> Бора фторид Бария нитрат Лития фторид Титан	Никеля оксид Йод Углерода оксид (II) Тантал
<u>Вариант № 7</u> Бария фторид Кадмия сульфид Фосфора хлорид (III) Магния карбонат	Олово Титана оксид Бромоводород Тантала оксид
<u>Вариант № 8</u> Германия оксид Кадмия хлорид Бария хлорид Магния оксид	Хрома оксид Ртути иодид Фосфора хлорид (V) Углерода оксид (IV)
<u>Вариант № 9</u> Калия гидроксид Фосфороводород Цинка оксид Ртути хлорид	Медь Германия хлорид Бром Хрома хлорид

Вариант № 10 Меди сульфат Калия фторид Фтороводород Сурьмы фторид	Свинца нитрат Кадмия оксид Брома фторид Цинка хлорид
Вариант № 11 Фосфороводород Ртуты иодид Углерода оксид (II) Сера	Сурьмы хлорид (V) Молибден Лития фторид Марганец
Вариант № 12 Серная кислота Меди сульфат Фосфора хлорид (III) Кремния карбид	Бром Натрия нитрит Никеля сульфат Стронция карбонат
Вариант № 13 Озон Таллия бромид Кадмия оксид Тантала оксид	Цинка оксид Титана хлорид Олово Молибдена сульфид
Вариант № 14 Фосфора хлорид (V) Молибдена оксид Хлор Циановодород	Кремния оксид Железа оксид Азота фторид Алюминия оксид
Вариант № 15 Алюминия фторид Мышьяк Азота оксид (IV) Натрия карбонат	Углерода оксид (IV) Фтороводород Сурьма Мышьяка оксид
Вариант № 16 Германия оксид Аммония хлорид Бора фторид Вольфрама сульфид	Алюминия гидроксид Азота оксид (II) Хрома оксид Стронция нитрат
Вариант № 17 Аммиак Стронция оксид Титан Азотная кислота	Никеля сульфид Магния карбонат Бромоводород Цинка хлорид

Вариант № 18 Германия хлорид Ртуть Свинец Хлора фторид	Таллия сульфат Кремния хлорид Титана хлорид Хрома хлорид
Вариант № 19 Хлор Стронция сульфат Тантал Натрия нитрит	Натрия цианид Ртуты сульфид Азотная кислота Сероводород
Вариант № 20 Аммиак Серы оксид (IV) Серы фторид Серная кислота	Стронция гидроксид Сурьмы сульфид Озон Титана оксид

Пример выполнения задания №1

Рассчитать значения ВДК_{а,в} для загрязняющего вещества - хрома хлорид.

1. Находим значения ПДК_{р,з} или L.K₅₀ в Приложении 1.

Для хлорида хрома в Приложения 1 приведено:

$$\text{ПДК}_{\text{р,з}} = 0,01 \text{ мг/м}^3.$$

2. Тогда ВДК_{а,в} рассчитывается по формуле (1):

$$\lg \text{ВДК}_{\text{а,в}} = 0,62 \lg \text{ПДК}_{\text{р,з}} - 1,77 = 0,62 \lg 0,01 - 1,77 = -3,01.$$

3. На основе найденного значения $\lg \text{ВДК}_{\text{а,в}}$ находим собственно величину ВДК_{а,в}, которая определяется как обратная логарифмированию функция - 10^x :

$$\text{ВДК}_{\text{а,в}} = 10^{-3,01} = 0,00098 \text{ мг/м}^3.$$

Обращаем внимание на точность определения значения: приводятся две значащие цифры с учетом округления.

Тема 2. Основные критерии гигиенической оценки степени загрязнения почв химическими веществами

Основными критериями гигиенической оценки степени загрязнения почв химическими веществами являются ПДК или ОДК химических веществ в почве.

Предельно-допустимая концентрация (ПДК) - это комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все 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 по каждому показателю вредности.

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

- транслокационный, характеризующий переход вещества из почвы в растение;
- миграционный водный - характеризует способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водоисточники;
- миграционный воздушный показатель вредности характеризует способность перехода вещества из почвы в атмосферный воздух;
- общесанитарный показатель вредности характеризует влияние загрязняющего вещества на самоочищающуюся 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, так как отражает наиболее уязвимый путь воздействия данного токсиканта.

В Приложении 2 приведены «Предельно допустимые концентрации неорганических химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности».

Ориентировочно-допустимое количество (ОДК) загрязняющего почву химического вещества - предельно допустимое количество загрязняющего почву химического вещества, определенного расчетными методами.

Задание № 2. Оценка степени (категории) загрязнения почв химическими веществами

Факторы, определяющие степень опасности загрязнения почв химическими веществами:

1. Опасность загрязнения тем выше, чем больше фактическое содержание компонентов загрязнения почвы (c) превышает ПДК, что может быть выражено коэффициентом химического загрязнения - k_0 :

$$k_0 = c / \text{ПДК}. \quad (3)$$

Степень загрязнения тем выше, чем больше k_0 .

2. Опасность загрязнения тем выше, чем ниже класс опасности контролируемого вещества, его персистентность, растворимость в воде и подвижность в почве и глубине загрязненного слоя.
3. Опасность загрязнения тем больше, чем меньше буферность почвы, которая зависит от механического состава, содержания органических веществ, кислотности почвы.

Чем ниже содержание гумуса, рН почвы и легче механический состав, тем опаснее загрязнение химическими веществами, то есть при одной и той же величине k_0 степень загрязнения будет больше для почв с кислыми значениями рН, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом.

Порядок выполнения работы

Оценка степени (категории) загрязнения почвы химическими веществами проводится по каждому веществу. Варианты заданий представлены в табл. 4.

- 1) Определить k_0 по формуле (3).
- 2) Определить класс опасности загрязняющего вещества, используя Приложение 2.
- 3) Определить максимально допустимый уровень загрязнения элемента в почве - k_{\max} , исходя из 4 показателей вредности (транслокационный, миграционный водный, миграционный воздушный, общесанитарный) по Приложению 2.
- 4) Определить категорию загрязнения почвы по табл. 3 с учетом класса опасности компонента загрязнения, его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания элементов (k_{\max}). Фоновые концентрации принять равными «0».

Таблица 3

Критерии степени загрязнения почв неорганическими веществами

Содержание в почве, мг/кг	Категория загрязнения почвы		
	класс опасности вещества		
	1	2	3
$> k_{\max}$	очень сильная	очень сильная	сильная
от ПДК до k_{\max}	очень сильная	сильная	средняя
от 2 фоновых значений до ПДК	слабая	слабая	слабая

При поликомпонентном загрязнении оценка степени опасности загрязнения почвы производится по наиболее токсичному элементу с максимальным содержанием его в почве.

Таблица 4

Исходные данные для выполнения задания № 2

№ варианта	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющего вещества, мг/кг
1	Cr	6,2
	Zn	35,5

№ варианта	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющего вещества, мг/кг
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 задания №2

Задание:

1. Определить коэффициент химического загрязнения почвы k_0 .
2. Определить категорию загрязнения почвы.

Исходные данные:

Тип почвы - дерново-подзолистая с рН 1,4 - 5,6;

загрязняющее вещество (ЗВ) - марганец; концентрация ЗВ - 85 мг/кг.

Фоновые концентрации принять равным 0.

1. По Приложению 2 находится ПДК для марганца и заданного типа почвы, которая составила - 80 мг/кг. Тогда коэффициент химического загрязнения находится следующим образом:

$$k_0 = c / \text{ПДК} = 85 / 80 = 1,06.$$

2. Определить категорию загрязнения почвы.

По Приложению 2 находится класс опасности загрязняющего вещества, который составил - 3. На основании данных Приложения 2 определяются максимальное значение из приведенных показателей вредности - в данном случае k_{\max} составило 1000.

По табл. 3 определяется категория степени загрязнения почвы неорганическими веществами; так как концентрация марганца в почве (80 мг/кг) находится в интервале от ПДК до k_{\max} для веществ 3 класса опасности, категория загрязнения почвы в данном случае - средняя.

Задание № 3. Оценка степени (категории) загрязнения почв населенных пунктов химическими веществами

Оценка опасности загрязнений почв населенных пунктов определяется:

- 1) эпидемиологической значимостью загрязненной химическими веществами почвы;
- 2) значимостью степени загрязнения почвы в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха.

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения.

Таковыми показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества (K_c) и суммарный показатель загрязнения (Z_c).

Коэффициент концентрации химического вещества (K_c) определяется из соотношения фактического содержания определяемого вещества в почве (C_i) к региональному фоновому ($C_{\text{фи}}$):

$$K_c = C_i / C_{\text{фи}}, \quad (4)$$

где C_i - фактическое содержание определяемого вещества в почве, мг/кг;

$C_{\text{фи}}$ - региональное фоновое содержание определяемого вещества, мг/кг (см. Приложение 3).

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов - загрязнителей и выражен формулой:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci}, \quad (5)$$

где n - количество определяемых суммируемых веществ;

K_{ci} - коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Суммарный показатель загрязнения (Z_c) учитывает степень загрязнения городов как металлическими, так и другими наиболее распространенными ингредиентами (пыль, окись углерода, окислы азота, сернистый ангидрид).

Оценка неблагоприятных последствий определяется по оценочной шкале, приведенной в табл. 5.

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

Категории загрязнения почв	Величина Z_c
Допустимая	Менее 16
Умеренно опасная	16-32
Опасная	32-128
Чрезвычайно опасная	Более 128

Порядок выполнения работы

1. Определить коэффициент концентрации химического вещества (K_c).

Фактическое содержание определяемого вещества в почве (C_i , мг/кг) приведено в табл.6; региональное фоновое содержание определяемого вещества ($C_{фi}$, мг/кг) - в Приложении 3.

2. Определить суммарный показатель загрязнения (Z_c), который равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов - загрязнителей.

3. Провести оценку неблагоприятных последствий по оценочной шкале, приведенной в табл. 5.

Варианты заданий приведены в табл. 6.

Таблица 6

Исходные данные для выполнения задания 3

Вариант	Тип почвы	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющего вещества, мг/кг
1	Дерново-подзолистые	Cr	6,2
		Zn	22,5
		Ni	10
		V	55,8
2	Каштановые	Cr	656,3
		Ni	178,6
		Cu	245,3
		V	23,2

Продолжение табл. 6

Вариант	Тип почвы	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющего вещества, мг/кг
3	Торфяные	Cr	15,2
		Zn	18,5
		Cu	19,3
		V	22,1
4	Черноземы	Cr	6,6
		Zn	5,8
		Cu	202
		Hg	0,02
5	Дерново-подзолистые	Zn	0,5
		Ni	23,5
		Cu	41,8
		V	99,3
6	Сероземы	Cr	10
		Ni	15,2
		Cu	18,8
		V	16,2
7	Красноземы	Cr	8,5
		Cu	13,3
		V	72,8
		Sn	0,5
8	Черноземы	Cu	9,9
		Co	0,25
		V	4,7
		Cr	9,1
9	Торфяные	Cr	15,2
		Cu	18,6
		V	0,1
		Hg	0,58
10	Дерново-подзолистые	Cr	6,6
		Ni	18,2
		Co	19,7
		V	21,5
11	Каштановые	Cr	9,1
		Zn	10,5
		Ni	12,2
		Co	0,5

Вариант	Тип почвы	Загрязняющее вещество	Концентрация загрязняющего вещества, мг/кг
12	Дерново-подзолистые	Zn	25,5
		Ni	38,2
		Cu	100,5
		V	16,2
13	Черноземы	Cr	6,6
		Zn	9,5
		Cu	15,8
		Hg	21,5
15	Черноземы	Cr	6,6
		Zn	6,8
		Cu	18,9
		V	25,1
16	Сероземы	Cr	15,2
		Zn	28,5
		Cu	19,9
		V	25,8
17	Дерново-подзолистые	Cr	547,8
		Zn	155,9
		Cu	548,6
		Hg	22,3
18	Каштановые	Cr	9,1
		Ni	92,1
		Co	23,8
		V	55,7
19	Сероземы	Cr	10
		Zn	15,8
		Cu	250
		V	262
20	Торфяные	Cr	15,2
		Ni	46,8
		Cu	12,9
		V	15,8

Пример выполнения задания №3

Задание: Определить категорию загрязнения почвы по суммарному показателю загрязнения.

Исходные данные:

Тип почвы - черноземы. Концентрации ЗВ приведены в табл. 7

Таблица 7

Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/кг
Pb	360
Cr	312
Ni	28

1. По Приложению 3 определяются фоновые концентрации для заданных загрязняющих веществ и заносятся в приведенную ниже расчетную табл. 8.
2. Рассчитывается коэффициент концентрации химического вещества, определяемый следующим образом: $K_c = C_i / C_{\text{фи}} = 360 / 18 = 20$;
3. Рассчитывается суммарный показатель загрязнения (Z_c): $20 + 0,78 + 0,58 = 21,36$

Таблица 8

Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/кг	Фоновые концентрации, мг/кг	Коэффициент концентрации, K_c
Pb	360	18	20
Cr	312	400	0,78
Ni	28	48	0,58
			$Z_c = 21,36$

4. По табл. 5 - ориентировочной оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c) находится категория загрязнения почвы. В данном случае категория загрязнения - умеренно опасная.

Библиографический список

- Барышников И.И., Лойт А.О., Савченков М.Ф. Экологическая токсикология.- Иркутск: Изд-во ИГУ, 1991. Ч.1 и 2.- 281 с.
- Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: справочник.-Л.: Химия, 1982.- 528 с.
- Волкова Е.Н., Исянов Л.М., Левин А.В. Основы токсикологии: учебное пособие.- СПбГТУРП. - СПб., 2008.- 56 с.
- Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов. - М. 1987. - 23 с.
- Исидоров В.А. Экологическая химия: учебное пособие для вузов.- СПб.: Химиздат, 2001.-304 с.
- МУ 2.1.7.730-99 "Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест" (утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 7 февраля 1999 г.).
- Общая токсикология/под ред. Б.А. Курляндского, В.А. Филова.-М.: Медицина, 2002.-531 с.
- СанПиН 2.1.7.1287-03 "Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы" (утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 16 апреля 2003 г.).
- СП 2.1.7.1386-03 "Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления".
- Справочник по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных химических веществ/сост. Г.А.Колоскова и др.- М.: Химия, 1999.-544 с.
- Стадницкий Г.В. Экология: учебник для вузов.-9-е изд. -СПб.: Химиздат, 2007.-288 с.
- Яманина Н.С., Филиппова О.П., Фролова Е.А. Основы токсикологии: учебное пособие.-Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007.-68 с.

Приложение 1

Справочные величины для расчета ВДК_{а,в}

Вещество	ЛК ₅₀	ПДК _{р,з}
Азота оксид (IV)	0,14	
Азота оксид (II)	0,42	
Азотная кислота	0,14	
Азота фторид		29
Аммиак	3,8	
Алюминия гидроксид		6
Алюминия оксид		2
Алюминия фторид	0,2	
Аммония хлорид		10
Бария карбонат		0,5
Бария нитрат		0,5
Бария сульфат		6
Бария фторид		0,1
Бария хлорид		0,5
Бериллия сульфат		0,001
Бора фторид	1,2	
Бром		0,5
Брома фторид		0,7
Бромоводород	10324	
Ванадия оксид (III)		0,5
Ванадия оксид (V)		0,1
Водорода пероксид		1,4
Вольфрам		6
Вольфрама сульфид		10
Германия оксид	1250	
Германия хлорид	44	
Железа оксид		4
Железа сульфат		1
Железа хлорид		1
Иод		1
Кадмия оксид	0,5	
Кадмия сульфид		0,1
Кадмия хлорид		0,2
Калия гидроксид		2
Калия фторид		0,2
Калия цианид		0,3
Озон	0,03	
Кобальт		0,5
Кобальта оксид		0,5

Продолжение Приложения 1

Вещество	ЛК ₅₀	ПДК _{р.з}
Кремний		4
Кремния карбид		6
Кремния оксид		2
Кремния хлорид		5
Лития фторид		1
Магния карбонат		10
Магния оксид		10
Марганец		0,3
Марганца оксид		0,3
Марганца хлорид		5
Медь		1
Меди оксид		0,1
Меди сульфат		0,3
Молибден		4
Молибдена карбид		6
Молибдена оксид		4
Молибдена сульфид		10
Мышьяк		0,5
Мышьяка оксид		0,3
Натрия гидроксид		0,5
Натрия карбонат		2
Натрия нитрит	0,005	
Натрия цианид		1
Никель		0,05
Никеля оксид		0,05
Никеля сульфат		0,05
Никеля сульфид		0,05
Олово		2
Ртуть		0,01
Ртути иодид		0,05
Ртути сульфид		0,05
Ртути хлорид		0,1
Свинец		0,01
Свинца нитрат		0,01
Сера		6
Серы оксид (IV)		10
Серы оксид (VI)		1
Серы фторид		5000
Серы хлорид		0,3
Серная кислота	0,32	
Сероводород		10

Окончание Приложения 1

Вещество	ЛК ₅₀	ПДК _{р.з}
Серебро		0,01
Стронция гидроксид		1
Стронция карбонат		6
Стронция нитрат		1
Стронция оксид		1
Стронция сульфат		6
Сурьма		0,5
Сурьмы оксид (III)		1
Сурьмы оксид (IV)		2
Сурьмы сульфид		1
Сурьмы фторид		0,3
Сурьмы хлорид (V)	0,62	
Таллия сульфат		0,1
Таллия бромид		0,01
Тантал		5
Тантала оксид		10
Титан		10
Титана оксид		4
Титана хлорид	0,1	
Углерода оксид (II)	3,6	
Углерода оксид (IV)		9000
Фосфора хлорид (III)	0,22	
Фосфора хлорид (V)	0,2	
Фосфороводород	0,02	
Фтороводород	0,45	
Хлор	0,4	
Хлора фторид	0,4	
Хрома оксид		1
Хрома хлорид		0,01
Циановодород	0,2	
Цинка оксид		0,5
Цинка хлорид		1

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

Наименование вещества	Форма содержания	ПДК в-ва мг/кг почвы с учетом фона	Уровни показателей вредности (K_1 - K_4) и максимальный из них - (K_{max}) в мг/кг				Класс опасности
			транслокационный (K_1)	миграционный		общесанитарный (K_4)	
5	6	7	8	9	10	11	12
Медь	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8	3	3,5	72	-	3	2
Хром	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8	6	6	6	6	6	2
Никель	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8	4	6,7	14	-	4	2
Цинк	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8	23	23	200	-	37	1
Марганец чернозем	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8	140	320	1860	-	140	3
Марганец дерново-подзолистая почва с pH 4	- " -	60	220	1000	-	60	3
Марганец дерново-подзолистая почва с pH 1,4-5,6	- " -	80	220	1000	-	80	3
Марганец дерново-подзолистая почва с pH > 6	-«-	100	-	1600	-	100	3
Марганец черноземы	Извлекаемый 0,1н H ₂ SO ₄	700	1600	9300	-	700	3

Продолжение Приложения 2

Наименование вещества	Форма содержания	ПДК в-ва мг/кг почвы с учетом фона	Уровни показателей вредности (K_1 - K_4) и максимальный из них - (K_{max}) в мг/кг				Класс опасности
			транслокационный (K_1)	миграционный		общесанитарный (K_4)	
				водный (K_2)	воздушный (K_3)		
1	2	3	4	5	6	7	8
Марганец дерново-подзолистая почва рН 4	Извлекаемый 0,1н H ₂ SO ₄	300	1100	5000	-	300	3
рН 5,1-6	"-	400	1100	5000	-	400	3
рН > 6	"-	500	1100	8000	-	500	3
Кобальт	Аммонийно-натриевый буфер рН 3,5 для сероземов и 4,7 для дерново-подзолистой почвы	5	25	>1000	-	5	2
Фтор	Водорастворимый	10	10	10	-	25	1
Сурьма	Валовая	4,5	4,5	4,5	-	50	2
Марганец	Валовая	1500	3500	15000	-	1500	3
Ванадий	Валовая	150	170	350	-	150	3
Марганец +ванадий	Валовая	1000 + 100	1500 + 150	2000 + 200	-	1000 + 100	3
Свинец	Валовая	32	35	260	-	32	1
Мышьяк	Валовая	2	2	15	-	10	1
Ртуть	Валовая	2,1	2,1	33,3	2,5	5	1
Свинец+ртуть	Валовая	20 + 1	20 + 1	30 + 2	-	30 + 2	1
Хлористый калий (K ₂ O)	Валовая	560	1000	560	1000	5000	3
Нитраты	Валовая	130	180	130	-	225	2
Сернистые соединения (S) : Элементарная сера	Валовая	160	180	380	-	160	3
Сероводород (H ₂ S)	Валовая	0,4	160	140	0,4	160	3
Серная кислота	Валовая	160	180	380	-	160	1

Окончание Приложения 2

Наименование вещества	Форма содержания	ПДК в-ва мг/кг почвы с учетом фона	Уровни показателей вредности (K_1 - K_4) и максимальный из них - (K_{max}) в мг/кг				Класс опасности
			транслокационный (K_1)	миграционный водный (K_2)	воздушный (K_3)	общесанитарный (K_4)	
1	2	3	4	5	6	7	8
Отходы флотации угля (ОФУ)(1) Комплексные гранулированные удобрения (КГУ)(2) НРК (64:0:15)	Валовая	3000	9000	3000	6000	3000	2
		120	800	120	800	800	3
Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ)(3) НРК (10:4:0)	Валовая	80	>800	80	>8000	800	3
Бенз(а)пирен	Валовая	0,02	0,2	0,5	-	0,02	1

Фоновое содержание элементов в верхнем слое почв СНГ, мг/кг

Тип почвы	Sn	Mn	Cr	V	Zn	Ni	Cu	Pb	Co	Mo	Hg	Sb	Se	As	Cd
Дерново-подзолистые	-	650	140	72	49	17	23	19	10	1,5	0,13	0,76	0,3	5	0,26
Черноземы	-	330	400	92	55	48	12	18	0,3	2,6	0,1	0,99	0,34	8,8	0,38
Красноземы	2,5	440	55	73	-	-	31	22	-	-	-	-	-	-	-
Каштановые	6	800	120	120	70	58	28	30	2,9	1,7	-	-	-	-	-
Сероземы	14	300	31	30	69	16	19	20	-	-	-	-	-	-	-
Торфяные	-	1005	8	5	34	5	12	12	8	1,2	0,41	0,28	0,34	13,6	0,57
Почвы мира	10	850	200	50	50	40	20	10	10	2	-	-	-	-	0,5

Содержание

Предисловие.....	3
ТЕМА № 1. Временно допустимые концентрации (ВДК) загрязняющих веществ в атмосфере	5
Задание № 1. Расчет временно допустимых концентраций загрязняющих веществ.....	7
ТЕМА 2. Основные критерии гигиенической оценки степени загрязнения почв химическими веществами.....	11
Задание № 2. Оценка степени (категории) загрязнения почв химическими веществами.....	12
Задание № 3. Оценка степени (категории) загрязнения почв населенных пунктов химическими веществами.....	15
Библиографический список.....	21
Приложение 1.....	22
Приложение 2.....	25
Приложение 3.....	28

Редактор и корректор Н.П. Новикова
Техн. редактор Л.Я. Титова

Подп. к печати 24.12.09. Формат 60 X 84/16. Бумага тип. № 1.
Печать офсетная. Объем 175 п.л.; 175 уч.-изд. л. Тираж 100 экз.
Изд. № 109. Цена «С». Заказ 2269,

Ризограф ГОУВПО Санкт-Петербургского государственного
технологического университета растительных полимеров, 198095,
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.