

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)**

М. В. Минина

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по практическим и семинарским занятиям
для студентов направления подготовки 022000.62 – Экология и природопользование

Томск - 2012

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

**ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

**Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга
(РЭТЭМ)**

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой РЭТЭМ
_____ В.И. Туев

«23» июля 2012

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания по практическим и семинарским занятиям
для студентов направления подготовки 022000.62 – Экология и природопользование

Разработчик:

Ассистент каф. РЭТЭМ
_____ М.В. Минина

Томск – 2012

Занятие 1. Классификация источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и предприятий (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Практическое занятие

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения класса источников выбросов и предприятия по степени воздействия на атмосферный воздух

Краткие теоретические сведения

По степени воздействия на атмосферный воздух источники выбросов подразделяются на 6 классов: 1А-5 (по степени убывания). Отнесение того или иного источника выброса к определенному классу производится через расчет параметров R и ТПВ.

Параметр разбавления R приближенно показывает, во сколько раз для заданного отношения D/H (где D — диаметр устья источника, H — высота, м) нужно разбавить чистым воздухом выбрасываемую газоздушную смесь для того, чтобы концентрация примеси в ней стала равной ПДК_{м.р.}.

$$R_{ji} = \frac{D_j}{H_j + D_j} \cdot \frac{c_{ij}}{\text{ПДК}_{i.m.p.}}, \quad (1)$$

где i — вещество; j - источник.

Параметр требуемого потребления воздуха (ТПВ) показывает расход чистого воздуха, который требуется для разбавления выбросов до концентраций, соответствующих предельно допустимым.

$$\text{ТПВ}_{ji} = 10^3 \cdot \frac{M_{ji}}{\text{ПДК}_{i.m.p.}}, \quad (2)$$

где M_{ji} — количество i -го вещества, выбрасываемого j -м источником, г/с; $\text{ПДК}_{i.m.p.}$ — максимально разовая ПДК, мг/м³ (по справочнику), в случае отсутствия $\text{ПДК}_{m.p.}$ вместо нее принимается ПДК_{с.с.} или ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ); D_j — диаметр устья источника, м; H_j — высота источника над уровнем земли, м; C_{ji} — концентрация i -го вещества в устье источника, мг/м³.

$$c_{ji} = \frac{M_{ji}}{V_j}, \quad (3)$$

где V_j — объем выбрасываемой из источника газоздушной смеси, м³/с.

Расчетные параметры R_{ji} и $ТПВ_{ji}$ сравнивают с таблицей 1 и определяют класс источника выброса. В случае, когда из источника выбрасывается несколько ЗВ, класс источника определяется по наименьшему значению.

Таблица 1 Классификация источников выбросов ЗВ по степени воздействия на загрязнение воздушного бассейна

R	ТПВ, м ³ /сек				
	>10 ²	10 ⁴ – 10 ⁵	10 ³ – 10 ⁴	10 ² – 10 ³	<10 ²
>1000	IA	I	II	III	III
100-1000	I	II	II	III	III
50-100	II	II	III	III	IV
5-50	II	III	III	IV	IV
<5	III	III	IV	IV	V

Определение класса предприятия по степени его воздействия на атмосферный воздух производится через расчет параметра Π (м³/с):

$$\Pi_i = \sum_{j=1}^n ТПВ_{ji} \cdot R_{ji} . \quad (4)$$

Расчетный параметр Π_i сравнивается с табличным (таблица 2) и устанавливается класс предприятия. В случае, когда предприятием выбрасывается несколько загрязняющих веществ (ЗВ), класс предприятия определяется по веществу, имеющему максимальное значение Π_i .

Таблица 2 Классификация предприятий по степени воздействия на загрязнение воздушного бассейна

Значение параметра Π , м ³ /с			
>10 ⁸	10 ⁸ ... 10 ⁶	10 ⁶ ... 5·10 ⁴	<5·10 ⁴
Класс предприятия			
I	II	III	IV

Пример решения

Определить:

1. К какому классу по степени воздействия на атмосферный воздух относятся источники (таблица 3).

2. К какому классу по степени воздействия на атмосферный воздух относится предприятие, имеющее источники загрязнения с параметрами согласно таблице 3.

Таблица 3 Исходные данные для примера

№ ист.	H, м	D, м	Масса M, г/с	V, м ³ /с в устье ист.	Выбрасываемые ЗВ
1.	25	1,3	17,5	7,1	SO ₂
2.	120	4,2	12,02	101,7	SO ₂
			25,3		NO ₂
3.	12	0,5	0,6	0,072	Пыль (ТВЧ)

Решение:

1. Определяем параметры R_{ji} и $ТПВ_{ji}$ для всех источников выбросов веществ.

По источнику № 1.

$$ТПВ_{1SO_2} = 10^3 \cdot \frac{M_{1SO_2}}{ПДК_{1SO_2}} = 10^3 \cdot \frac{17,5}{0,5} = 35000 = 3,5 \cdot 10^4 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$R_{1SO_2} = \frac{D_{1SO_2}}{H_{1SO_2} + D_{1SO_2}} \cdot \frac{c_{1SO_2}}{ПДК_{м.р.1SO_2}} = \frac{1,3}{1,3 + 25} \cdot \frac{17,5 \cdot 10^3}{7,1 \cdot 0,5} = 243,7$$

По таблице 1 находим: источник относится ко II классу.

По источнику № 2.

$$ТПВ_{2SO_2} = 10^3 \cdot \frac{12,02}{0,5} = 24040 = 2,4 \cdot 10^4 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$R_{2SO_2} = \frac{4,2}{4,2 + 120} \cdot \frac{10^3 \cdot 12,02 / 101,7}{0,5} = \frac{4,2}{124,2} \cdot \frac{118,2}{0,5} = 8$$

$$ТПВ_{NO_2} = 10^3 \cdot \frac{25,3}{0,2} = 126500 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$R_{NO_2} = 0,03 \cdot \frac{25,3 \cdot 10^3 / 101,7}{0,2} = 37,32.$$

По таблице 1 находим: источник № 2 относится: по сернистому ангидриду — к III классу, по двуокиси азота - ко II классу.

Класс источника определяется по наиболее жесткому значению – II класс.

По источнику № 3.

$$ТПВ_{ТВЧ} = 10^3 \cdot \frac{0,6}{0,5} = 1200 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$R_{ТВЧ} = \frac{0,5}{0,5 + 12} \cdot \frac{0,6 \cdot 10^3 / 0,072}{0,5} = 666,7.$$

Источник относится ко II классу.

2. Находим класс предприятия через расчет параметра П

$$P_i = \sum_{j=1}^n TПВ_{ji} \cdot R_{ji}$$

$$P_{SO_2} = P_{1SO_2} + P_{2SO_2} = 3,5 \cdot 10^4 \cdot 243,7 + 2,4 \cdot 10^4 \cdot 8 = 8,5 \cdot 10^6 + 0,19 \cdot 10^6 = 8,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3 / \text{с}$$

$$P_{NO_2} = 1,27 \cdot 10^5 \cdot 37,32 = 4,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3 / \text{с},$$

$$P_{ТВЧ} = 1,2 \cdot 10^3 \cdot 666,7 = 8,0 \cdot 10^5 \text{ м}^3 / \text{с}.$$

Класс предприятия определяется на наибольшему значению P_i – II класс.

Загрязняющее вещество, определяющее класс предприятия, – двуокись серы.

Задание:

1. Определить к какому классу по степени воздействия на атмосферу относятся источники выбросов?

2. Определить к какому классу по степени воздействия на атмосферу относятся предприятия?

Исходные данные по вариантам даны в таблицах 4 и 5.

3. Оформите полученные результаты в виде отчета.

4. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 4 Варианты задач

Исходные данные						
№ вар.	№ ист.	H_m	D_m	$V, \text{ м}^3/\text{с}$	$M, \text{ г/с}$	Вещество
1	1	120	4,2	101,6	12,02 25,3	Сернистый ангидрид Двуокись азота
2	1	18	0,2	8,0	10,0 7,5 1,25	Толуол Ксилол Бутилацетат
3	1	10	0,5	9,2	12,0 5,5	Аммиак Сероводород
4	1	7	0,3	8,0	7,0 3,2 4,5	Толуол Ксилол Бутилацетат
5	1	11	0,7	6,0	3,5 2,25 1,87	Марганец и его соединения Оксид железа Хром шестивалентный
6	1	20	0,5	11,0	4,8 3,9 5,8	Оксид углерода Диоксид азота Сажа
7	1	12	0,3	6,1	2,8 1,7	Оксид углерода Диоксид азота

					3,0	Сажа
8	1	8	1,0	6,0	6,0 5,48	Аммиак Сероводород
9	1	80	3,0	80	10,0 22,0	Сернистый ангидрид Двуокись азота
10	1	15	0,45	4,0	0,55 0,48 0,12	Марганец и его соединения Оксид железа Хром шестивалентный
11	1	27	1,5	11,0	5,48 4,97 2,3 3,48	Оксид углерода Сернистый ангидрид Диоксид азота Взвешенные вещества
12	1	12	0,6	9,0 9,48 5,3 6,7	7,5	Толуол Ксилол Бутилацетат Уайт-спирит
13	1 2 3	10 22 17	0,4 0,9 0,3	6,0 8,0 - 5,0	4,8 6,7 4,5 3,8	Уксусная кислота Сернистый ангидрид Двуокись азота Древесная пыль
14	1 2	18 22	0,7 0,3	11,0 - - 15,0	2,7 6,5 4,9 9,0	Толуол Ксилол Бутилацетат Азотная кислота
15	1 2 3	6 22 12	0,2 0,4 0,5	4,0 12,0 8,2 -	1,18 7,98 0,99 0,76	Пыль абразивная Серная кислота Марганец и его соединения Хром шестивалентный
16	1 2	30 17	0,45 0,3	100,0 11,5 -	98,0 16,0 0,7	Серная кислота Серная кислота Азотная кислота
17	1 2	8 24	0,1 0,5	4,0 11,0 -	0,9 1,2 3,2	Натрия гидроокись Натрия гидроокись Кислота уксусная
18	1 2 3	50 20 8	3,0 1,2 0,4	20,0 - 11,0 - 6,0	15,5 18,2 8,7 3,5 1,8	Оксид углерода Двуокись азота Двуокись азота Сажа Взвешенные вещества
19	1 2 3	10 29 8	0,8 0,5 0,5	7,0 12,0 - - 9,0	3,4 5,2 3,0 7,2 1,5	Взвешенные вещества Взвешенные вещества Двуокись азота Оксид углерода Взвешенные вещества
20	1 2	30 22	0,6 0,5	19,0 10,0 -	10,2 7,5 0,9	Серная кислота Сернистый ангидрид Серная кислота
21	1 2 3	10 15 15	0,8 0,4 0,5	7,0 9,0 7,5	3,5 7,2 1,5	Древесная пыль Взвешенные вещества Древесная пыль

22	1	26	0,4 0,45	9,0 -	7,2 8,5	Оксид углерода Диоксид азота Взвешенные вещества Взвешенные вещества
	2	18		6,0	5,0	
	3	7	1,2	5,0	1,3	
23	1	32	0,8	15,2	3,5	Уксусная кислота Ксилол Толуол
	2	12	0,4	10,9 -	1,5 2,8	
24	1	18	0,6	9,1 -	6,8 5,2	Ксилол Толуол Ксилол Толуол Взвешенные вещества
	2	15	0,5	7,0 -	3,5 2,8	
	3	10	0,8	8,2	7,2	
25	1	16	0,5	10,5 - -	3,2 5,0 0,9	Оксид углерода Диоксид азота Сажа Сажа
	2	10	0,4	5,0	1,5	

Таблица 5 Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух

№	Наименование вещества	Код	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³	Класс опасности
1.	Азота диоксид	0301	0,2	0,040		2
2.	Аммиак	0303	0,2	0,04		4
3.	Ангидрид сернистый	0330	0,5	0,05		3
4.	Ацетон	1401	0,35			4
5.	Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	2704	5,0	1,5		4
6.	Бутилацетат	1210	0,1			4
7.	Ванадия пятиокись	0110		0,002		1
8.	Взвешенные вещества	2902	0,5	0,15		3
9.	Дибutilфталат	1215			0,1	
10.	Железа оксид	0123		0,04		3
11.	Зола сланцевая	2903	0,3	0,1		3
12.	Кальция хлорид	3123			0,05	
13.	Керосин	2732			1,2	
14.	Кислота уксусная	1555	0,2	0,06		3
15.	Кислота щавелевая	1591			0,015	
16.	Ксилол	0616	0,2			3
17.	Мазутная зола электростанций (в пересчете на ванадий)	2904		0,002		2
18.	Марганец и его соединения (в пересчете на диоксид марганца)	0143	0,01	0,001		2
19.	Меди оксид (в пересчете на медь)	0146		0,002		2
20.	Метилмеркаптан	1715	0,0001			4

21.	Натрия гидроокись (натр едкий, сода каустическая)	0150			0,01	
22.	Полиэтилен	0406			0,01	
23.	Пропилен	0521	0,5			3
24.	Пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	2930			0,04	
25.	Пыль бумаги	2962			0,1	
26.	Пыль древесная	2936			0,5	
27.	Пыль зерновая	2937	0,5	0,15		3
28.	Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	2920			0,03	
29.	Ртуть металлическая	0183	0,5	0,0003		1
30.	Сажа	0328	0,15	0,05		3
31.	Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0184	0,001	0,0003		1
32.	Сероводород	0333	0,008			2
33.	Скипидар	2748	2,0	1,0		4
34.	Стирол	0620	0,04	0,002		2
35.	Тетраэтилсвинец	0192	0,0001	$4 \cdot 10^{-5}$		1
36.	Толуол	0621	0,6			1
37.	Уайт-спирит	2752			1,0	
38.	Углерода сажа	0337	5,0	3,0		4
39.	Фенол	1071	0,01	0,003		2
40.	Фурфурол	2425	0,08	0,04		3
41.	Хром шестивалентный (в пересчета на трехокись хрома)	0203		0,0015		1
42.	Кислота серная (по молекуле H_2SO_4)	0322	0,3	0,1		2
43.	Кислота азотная (по молекуле HNO_3)	0302	0,4	0,15		2

Контрольные вопросы

1. На сколько классов подразделяются источники выбросов по степени воздействия на атмосферный воздух? Перечислите эти классы.
2. Как рассчитываются параметры R и ТПВ? Что определяют с их помощью?
3. Как проводят классификацию предприятий по степени воздействия на загрязнение воздушного бассейна?

Занятие 2. Качество природной среды (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: обсуждение особенностей загрязнителей окружающей среды

Предмет и содержание занятия

Окружающая среда. Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнений.

1. Назовите функции окружающей среды.
2. Дайте определение загрязнению окружающей среды.
3. Назовите источники антропогенного загрязнения.
4. Что является природными загрязнителями?
5. Что является объектами загрязнения?
6. Какое происхождение может иметь загрязнение.
7. Какие выделяют типы воздействия человека на окружающую природную среду? Охарактеризуйте каждый тип.
8. Как классифицируются загрязнения по масштабам распространения?
9. Какие загрязняющие вещества ученые ставят на первое место?
10. Классификация по средам загрязнения, по степени участия человека.
11. Взаимосвязаны ли все виды загрязнений? Если да, то каким образом?
12. Назовите источники загрязнений.
13. Формы воздействия человека на биосферу.
14. Какие выделяют загрязнители по степени разрушаемости биологическими процессами?
15. Какие загрязняющие вещества представляют наибольшую опасность для человеческой популяции и природных биотических сообществ?

Занятие 3. Антропогенное воздействие на атмосферу (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: обсуждение особенностей антропогенного воздействия на атмосферу

Предмет и содержание занятия

Загрязнение атмосферы. Локальное загрязнение атмосферы. Смог. Последствия загрязнения атмосферы. "Парниковый эффект". Нарушение озонового слоя планеты. Кислотообразующие вещества в атмосфере.

1. Какими путями происходит загрязнение атмосферы?
2. На какие группы делятся основные загрязнители воздуха? Охарактеризуйте каждую группу.
3. Какие особенности необходимо учитывать при изучении поведения загрязняющих веществ в атмосфере?
4. Как происходит круговорот загрязняющих веществ в атмосфере?
5. Классификация загрязняющих веществ по источникам.
6. Какие загрязняющие вещества называют первичными загрязнителями, а какие вторичными?
7. Как образуется фотохимический смог? Какие последствия вызывает такой смог у человека?
8. В чем заключается суть проблемы "парникового эффекта"?
9. Какие газы относят к парниковым?
10. С чем связан высокий вклад углекислого газа в создание парникового эффекта?
11. Каковы последствия "парникового эффекта"?
12. Что собой представляет озоновый слой? Каковы его экологические функции?
13. Какое вещество является основным разрушителем озонового слоя? Назовите его пути поступления в атмосферу.
14. Какие вещества относят к основным кислотообразующим веществам в атмосфере? Назовите их пути поступления в атмосферу.
15. Каковы последствия кислотных осадков?

Занятие 4. Оценка качества атмосферного воздуха (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Практическое занятие

**Цель занятия: получение и закрепление навыков определения
оценки качества атмосферного воздуха**

Краткие теоретические сведения

Вещества, находящиеся в атмосферном воздухе, попадают в организм человека главным образом через органы дыхания. Вдыхаемый загрязненный воздух через трахею и бронхи попадает в альвеолы легких, откуда примеси поступают в кровь и лимфу.

В нашей стране проводятся работы по гигиенической регламентации (нормированию) допустимого уровня содержания примесей в атмосферном воздухе. Обоснованию гигиенических нормативов предшествуют многоплановые комплексные исследования на лабораторных животных, а в случае оценки ольфакторных реакций организма на действия загрязняющих веществ и на добровольцах. При таких исследованиях используются самые современные методы, разработанные в биологии и медицине.

В настоящее время определены предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе более чем 500 веществ.

Основным критерием качества атмосферного воздуха являются нормативы *предельно допустимых концентраций (ПДК)*.

ПДК — максимальная концентрация примеси в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия.

В нашей стране действуют:

ПДК_{м.р.} – максимально разовая ПДК 20-30-минутного осреднения,

ПДК_{с.с.} – среднесуточная ПДК длительного осреднения.

При одновременном присутствии нескольких ЗВ, обладающих эффектом суммации (аддитивным действием), их безразмерная концентрация X не должна превышать 1.

$$X = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1. \quad (5)$$

Оценка качества атмосферного воздуха основана на сравнении фактически измеренной концентрации с ПДК. Чем больше кратность превышения ПДК, тем хуже качество воздуха. Чем выше безразмерный

показатель X для веществ с аддитивным действием, тем хуже качество воздуха.

На практике в воздухе имеется, как правило, несколько загрязняющих веществ, поэтому для оценки качества воздуха применяется комплексный показатель — индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), который равен сумме нормированных по ПДК и приведенных к концентрации диоксида серы средних содержаний ЗВ.

Для одного вещества:

$$I = \left(\frac{\bar{c}}{ПДК_{с.с.}} \right)^K, \quad (6)$$

где \bar{c} — средняя за год концентрация, мг/м³; $ПДК_{с.с.}$ — среднесуточная ПДК ЗВ, мг/м³, в случае отсутствия $ПДК_{с.с.}$ вместо нее принимается $ПДК_{м.р.}$ или ОБУВ;

Значение параметра K равно:

1,7 — 1 класс опасности

1,3 — 2 класс опасности

1,0 — 3 класс опасности

0,9 — 4 класс опасности

Для нескольких веществ:

$$I = \sum_i^n I_i = \sum_i^n \left(\frac{c_i}{ПДК_{с.с.}} \right)^{K_i}. \quad (7)$$

На практике для сравнения качества атмосферного воздуха разных городов используются данные по первым пяти веществам в ряду по степени убывания показателя I_i .

Пример решения

В городе *A* концентрации контролируемых ЗВ (мг/м³) равны: $NO_2 = 0,1$; $SO_2 = 0,03$; $CO = 3$; ТВЧ = 0,2; $H_2S = 0,01$; аммиак = 0,1; керосин 1,0.

В городе *B*: $NO_2 = 0,09$; $SO_2 = 0,05$; $CO = 1,0$; ТВЧ = 0,05; стирол 0,01; полиэтилен 0,03; ксилол 0,3.

Сравните качество атмосферного воздуха в городах.

Решение:

1. Находим I_i для веществ:

$$\text{Город A: } NO_2 : \left(\frac{0,1}{0,04} \right)^{1,3} = 3,3; \quad SO_2 : \left(\frac{0,03}{0,05} \right)^1 = 0,6; \quad CO : \left(\frac{3}{3} \right)^{0,9} = 1;$$

$$ТВЧ : \left(\frac{0,2}{0,1}\right)^1 = 2; H_2S : \left(\frac{0,01}{0,008}\right)^{1,3} = 1,3;$$

$$NH_3 : \left(\frac{0,1}{0,04}\right)^{0,9} = 2,3; \text{ керосин} : \left(\frac{1,0}{1,2}\right)^{0,9} = 0,85;$$

Находим комплексный ИЗА для города А по 5 веществам:

$$I = \sum_i^5 I_i = 3,3 + 2 + 2,3 + 1,3 + 1 = 9,9$$

$$\text{Город В: } NO_2 : \left(\frac{0,09}{0,04}\right)^{1,3} = 2,87; SO_2 : \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^1 = 1; CO : \left(\frac{1}{3}\right)^{0,9} = 0,37;$$

$$ТВЧ : \left(\frac{0,05}{0,15}\right)^1 = 0,33; \text{ стирол} : \left(\frac{0,01}{0,002}\right)^{1,3} = 8,1;$$

$$\text{полиэтилен} : \left(\frac{0,03}{0,01}\right)^{1,3} = 4,2; \text{ ксилол} : \left(\frac{0,3}{0,2}\right)^1 = 1,5;$$

$$I = \sum_i^5 I_i = 2,87 + 8,1 + 4,2 + 1,5 + 1 = 17,67$$

Вывод: воздух города В загрязнен в большей степени, чем в городе А, в $17,67:9,9 = 1,8$ раза.

Задание:

1. Сравните качество атмосферного воздуха в городах. Исходные данные по вариантам в таблице 6.
2. Оформите полученные результаты в виде отчета.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 6 Варианты задач

Среднегодовая концентрация ЗВ, мг/м ³								
№ вар	Город А				Город В			
	NO ₂	SO ₂	ТВЧ		NO	SO ₂	ТВ	
1	0,1	0,02	0,1	V ₂ O ₅ 0,004; MnO ₂ 0,001; пропилен-2,0; FeO 0,02	0,03	0,05	0,3	Оксид Fe 0,1; пыль зерновая 0,5; Стирол 0,005
2	0,15	0,07	0,1	Кислота азот. 0,2; Cr ⁶⁺ 0,007	0,06	0,1;	0,15	Пыль абразивная 0,1; ЭС 2·10 ⁻⁶ СО 5,2
3	0,04	0,07	0,2	Пропилен 3,0; Hg 0,0005; Скипидар 1,6	0,02	0 1;	0,32	HNO ₃ 0,35; фурфурол 0,06; Пыль бум. 0,3
4	0,07	0,08	0,7	Фурфурол 1,3; Скипидар 1,3 Сажа 0,15	0,11	0,03	0,1	Hg 0,0007; Ацетон 0,8; Зола сланц. 0,08
5	0,03	0,12	1,2	Ксилол 0,35; Оксид железа 0,06 Бутилацетат 0,27	0,1	0,1	0,1	Кислота уксусн. 0,1; Стирол 0,003; Пропилен 3,0
6	0,04	0,05	0,15	Толуол 1,8; ТЭС 4 · 10 ⁻⁶ H ₂ S 0,01	0,02	0,07	0,1	H ₂ SO ₄ 0,17; Фурфурол 0,08; Толуол 1,3
7	0,1	0,15	0,03	Стирол 0,005; Пыль мех. 0,05; Оксид меди 0,003	0,03	0,1	0,12	Аммиак 0,12; Ацетон 0,3; Пыль зерна 0,05
8	0,13	0,01	0,1	ТЭС 4,7 · 10 ⁻⁶ ; Пропилен 1,0; Кислота уксусная 0,05	0,04	0,17	0,4	Фенол 0,1; Сажа 0,07; Пыль зерновая 0,07
9	0,18	0,02	0,18	Бутилацетат 0,22; MnO ₂ 0,003; Фурфурол 0,03	0,15	0,08	0,05	Скипидар 1,2; Сажа 0,12; Метилмеркаптан 20 · 10 ⁻⁶
10	0,09	0,21	0,1	Стирол 0,005; Сажа 0,04; HNO ₃ 0,2	0,11	0,06	0,1	Тетраэтилсвинец 3 · 10 ⁻⁶ ; Свинец 0,0007 Пыль бум. 0,3
11	0,04	0,07	0,22	Hg 0,0005; Кислота уксусн. 0,09; Аммиак 0,25	0,07	0,1	0,3	Фенол 0,009; H ₂ SO ₄ 0,08; Бензин малосерн. 1,2
12	0,09	0,03	0,17	Скипидар 2,7; Пропилен 0,9; Метилмеркаптан 7 · 10 ⁻⁶	0,02	0,3	0,12	Зола сланц. 0,23; Фенол 0,01; HNO ₃ 0,12
13	0,05	0,12	0,11	Стирол 0,007; Hg 0,0004; Зола сланц. 0, 1 5	0,03	0,24	0,27	Окись меди 0,005; Пропилен 6,5; Бутил ацетат 0,12
14	0,1	0,12	0,08	Фурфурол 0,05; СО 5,2; Cr ⁶⁺ 0,002	0,06	0,13	0,1	Фенол 0,006; Сажа 0,03; Ксилол 0,65
15	0,03	0,1	0,32	Окись меди 0,004; NH ₃ 0,12 Тетраэтилсвинец 5,2 · 10 ⁻⁶	0,07	0,2	0,2	V ₂ O ₅ 0,06; Пыль древесн. 0,15; СО 5,2
16	0,06	0,03	0,4	H ₂ S 0,018; Cr 0,002; Пропилен 2,0	0,04	0,03	0,1	Толуол 0,25; Кислота уксусн. 0,2; Бутилацетат 0,35
17	0,13	0,2	0,17	Стирол 0,003; Толуол 0,25; Скипидар 0,8	0,05	0,15	0,11	Сажа 0,12; Оксид меди 0,003; Зола мазутная 0,0001
18	0,03	0,07	0,13	Серная кислота 0,13; Пропилен 5,2; Фурфурол 0,05	0,08	0,08	0,17	Сероводород 0,006; Кислота уксусная 0,1; Сажа 0,08
19	0,09	0,09	0,09	Кислота азотная 0,32; Оксид марганца 0,0012; Аммиак 0,03	0,1	0,03	0,08	Хром 6+ 0,002; Кислота серная 0,17; Пыль древесная 0,2

20	0,07	0,03	0,18	Ртуть 0,0007; Ацетон 0,48; Ксилол 0,36	0,11	0,11	0,05	Свинец 0,0007; Фенол 0,005; Бутилацетат 0,17
21	0,12	0,06	0,27	Фенол 0,002; Скипидар 0,8; Оксид меди 0,003	0,06	0,11	0,18	Зола мазутная 0,0045; Бутилацетат 0,08;
22	0,08	0,13	0,35	Пропилен 0,7; Пятиокись ванадия 0,007; Кислота уксусная 0,1	0,14	0,08	0,1	Хром 6+ 0,002; Кислота азотная 0,18; Сажа 0,15
23	0,17	0,03	0,12	Стирол 0,004; Аммиак 0,03; Ксилол 0,7	0,07	0,1	0,18	Свинец 0,001; Скипидар 0,7; Кислота серная 0,17
24	0,15	0,12	0,2	Марганец 0,0017; Скипидар 1,3; Сажа 0,04	0,1	0,15	0,3	Фенол 0,1; Ксилол 0,35; Бензин малосерн. 1,2
25	0,07	0,03	1,2	Ртуть 0,0005; Толуол 1,3; Фурфурол 0,06	0,11	0,02	0,05	Пыль мех. 0,05; Ацетон 0,8; Кислота уксусная 0,2

Контрольные вопросы

1. Что понимают под ПДК? Какие виды ПДК действуют в нашей стране?
2. При одновременном присутствии нескольких ЗВ, обладающих эффектом суммации, сколько их безразмерная концентрация X не должна превышать?
3. На сравнении каких показателей основана оценка качества атмосферного воздуха? Как они связаны между собой?
4. Как рассчитывается индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)?

Занятие 5. Классификация состояния загрязнения атмосферного воздуха (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Практическое занятие

**Цель занятия: получение и закрепление навыков определения
класса экологического состояния атмосферы**

Краткие теоретические сведения

Классы экологического состояния атмосферы определяют по 4-балльной шкале, где класс нормы соответствует уровню загрязнения ниже среднего по стране, класс риска — равен среднему уровню, класс кризиса — выше среднего уровня, класс бедствия — значительно выше среднего уровня. Ранжирование экологического состояния атмосферы по классам осуществляется через расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы.

Класс экологического состояния атмосферы	<i>I</i>
Норма	< 5
Риск	5-8
Кризис	8-15
Бедствие	>15

Пример решения

К какому классу относится экологическое состояние атмосферы в г. Кирове, если по данным мониторинга среднегодовые концентрации ЗВ за 2005 г. равны (мг/м³): бенз(а)пирен: 2,9; NO₂: 0,03; СО : 1,0; ТВЧ : 0,1; формальдегид 0,005?

Решение

1. Находим комплексный индекс загрязнения атмосферы для каждого из веществ по формуле 6.

$$I_{\text{бенз(а)пирен}} = \left(\frac{2,9}{1,0}\right)^{1,7} = 6,11; \quad I_{\text{NO}_2} = \left(\frac{0,03}{0,04}\right)^{1,3} = 0,7;$$

$$I_{\text{СО}} = \left(\frac{1,0}{3,0}\right)^{0,9} = 0,37; \quad I_{\text{ТВЧ}} = \left(\frac{0,1}{0,15}\right)^1 = 0,67; \quad I_{\text{формальдегид}} = \left(\frac{0,005}{0,003}\right)^{1,3} = 1,94;$$

2. Находим суммарный индекс загрязнения атмосферы по 5 веществам и определяем класс экологического состояния атмосферы по формуле 7.

$$I_i = 6,11 + 0,7 + 0,37 + 0,67 + 1,94 = 9,79 > 8 - \text{Кризис}$$

Задание:

1. Найти класс экологического состояния атмосферы. Исходные данные по вариантам в таблице 7.
2. Оформите полученные результаты в виде отчета.
3. Выступить с отчетом перед группой. Определить варианты с высокими классами, сделать вывод.
4. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 7 Варианты задач

№ вар.	Среднегодовая концентрация С, мг/м ³											
	SO ₂	NO ₂	ТВЧ	Hg	Фенол	H ₂ S	Фурф.	Cr ⁺⁶	H ₂ SO ₄	HNO ₃	MnO ₂	Ацетон
	K _i =1	K _i =1,3	K _i =1	K _i =1,7	K _i =1,3	K _i =1,3	K _i =1	K _i =1,7	K _i =1,3	K _i =1,3	K _i =1,3	K _i =0,9
1	0,08	0,2	0,15	0,0005					0,2		0,003	0,45
2	0,1	0,19	0,16		0,008			0,0025		0,15		
3	0,03	0,08	0,17			0,008			0,13			0,40
4	0,04	0,17	0,18	0,0007				0,0035		0,2		
5	0,05	0,16	0,19				0,14		0,08		0,002	
6	0,06	0,15	0,20			0,015				0,25		
7	0,09	0,14	0,21		0,011				0,1			0,35
8	0,1	0,13	0,22			0,021		0,005		0,12		
9	0,11	0,12	0,13	0,001					0,3		0,004	
10	0,12	0,11	0,11				0,09			0,3		0,2
11	0,13	0,10	0,09		0,01			0,003				0,30
12	0,14	0,09	0,1			0,013		0,004				
13	0,05	0,08	0,08	0,0002			0,08			0,25		
14	0,06	0,07	0,22		0,023				0,15			0,25
15	0,17	0,06	0,25			0,005				0,5		
16	0,08	0,05	0,21				0,10	0,001			0,001	
17	0,19	0,04	0,05		0,009					0,1		0,38
18	0,08	0,03	0,20	0,0004		0,013			0,22			
19	0,09	0,07	0,11				0,11	0,002			0,007	
20	0,10	0,08	0,08		0,012					0,13		0,28
21	0,11	0,05	0,18	0,0008			0,05				0,006	
22	0,12	0,06	0,21			0,006		0,004	0,05			
23	0,07	0,08	0,10		0,004					0,1		0,15
24	0,06	0,12	0,17	0,0005		0,009					0,002	
25	0,10	0,03	0,10				0,1	0,003		0,1		0,1

Контрольные вопросы

1. По какой шкале определяются класс экологического состояния атмосферы?
2. Охарактеризуйте каждый класс экологического состояния атмосферы.

Занятие 6. Антропогенное воздействие на гидросферу и литосферу (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: обсуждение особенностей антропогенного воздействия на гидросферу и литосферу

Предмет и содержание занятия

Загрязнение гидросферы. Главные загрязнители вод. Проблемы загрязнения поверхностных вод. Истощение подземных и поверхностных вод. Антропогенное изменение почв. Вторичное засоление и заболачивание почв. Опустынивание.

1. Что понимают под загрязнением водоемов? В чем проявляется загрязнение вод?
2. Каковы главные загрязнители вод?
3. Какие виды загрязнения вод существуют? Охарактеризуйте каждый вид.
4. Каковы основные источники загрязнения поверхностных вод? Какой источник наносит наибольший вред?
5. Назовите последствия поступления загрязняющих веществ в пресноводные и морские экосистемы.
6. Каковы основные источники загрязнения подземных вод? Каковы последствия такого загрязнения?
7. Что понимают под истощением вод? К каким неблагоприятным экологическим последствиям оно приводит?
8. Что такое деградация почв (земель) и каковы ее причины?
9. Охарактеризуйте экологический ущерб от ветровой и водной эрозии?
10. В чем проявляется химическое загрязнение почв?
11. Покажите, что общий экологический вред от пестицидов (ядохимикатов) превышает пользу от их применения.
12. Назовите последствия засоления почв.
13. Что собой представляет вторичное засоление, каковы его причины?
14. Назовите последствия заболачивания почв.
15. Каковы основные факторы и причины развития опустынивания?

Занятие 7. Оценка качества воды в природных водных объектах (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Практическое занятие

Цель занятия: получение и закрепление навыков оценки качества воды в природных водных объектах

Краткие теоретические сведения

Понятие качества воды включает в себя совокупность показателей состава и свойств воды, определяющих пригодность ее для конкретных видов водопользования и водопотребления.

По характеру водопользования водные объекты подразделяются на категории: 1 хозяйственно-питьевого назначения; 2 - культурно-бытового назначения; 3 – рыбохозяйственного назначения.

Качество воды в водных объектах первой и второй категорий водопользования должно быть в контрольных створах соответствовать санитарно-гигиеническим нормативам (ПДК), определенным санитарными нормами и правилами.

В водных объектах рыбохозяйственного назначения качество воды должно соответствовать нормативам (ПДК) для рыбохозяйственных водоемов.

Общим требованием к качеству воды водных объектов любой категории является непревышение фактически наблюдаемого содержания загрязняющих веществ (ЗВ) над величиной ПДК, т.е. соблюдение неравенства:

$$C_i \leq ПДК_i, \quad (8)$$

где C_i – фактическая концентрация ЗВ в водном объекте, мг/л;

$ПДК_i$ – соответствующая предельно-допустимая концентрация ЗВ, мг/л.

Для случая загрязнения воды несколькими ЗВ используется комплексная оценка качества воды в природных водоемах, основанная на расчетах комплексных индексов, так называемых индексов загрязненности воды (ИЗВ).

ИЗВ – это формализованный показатель загрязненности воды, обобщающий более широкую группу натуральных показателей, и используемый для оценки качества воды водных объектов. В отличие оценки по ПДК, оценка по ИЗВ позволяет произвести сравнение качества различных водных объектов между собой.

В гидрохимической практике используется метод оценки качества воды, разработанный в Гидрохимическом институте. Метод позволяет производить однозначную оценку качества воды, основанную на сочетании уровня загрязнения воды по совокупности находящихся в ней ЗВ и частоты их обнаружения.

Суть метода заключается в следующем: для каждого ЗВ на основе фактических концентраций рассчитывают баллы кратности превышения ПДК (K_i) и повторяемости случаев превышения (H_i), а также общий оценочный балл (B_i).

$$K_i = \frac{C_i}{ПДК_i}; \quad (9)$$

$$H_i = \frac{N_{ПДК_i}}{N_i}; \quad (10)$$

$$B_i = K_i \cdot H_i; \quad (11)$$

$$ИЗВ = \sum B_i; \quad (12)$$

где C_i – концентрация в воде i -го ЗВ, мг/л; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го ЗВ, мг/л; $N_{ПДК_i}$ – число случаев превышения ПДК; N – общее число анализов.

Загрязняющие вещества, для которых величина общего оценочного балла больше или равна 11, определяются как лимитирующие показатели загрязненности (ЛПЗ).

Комбинаторный индекс загрязненности воды (ИЗВ) рассчитывается как сумма общих оценочных баллов (B_i) всех учитываемых ЗВ.

По величине комбинаторного индекса устанавливается класс загрязненности воды (таблица 8).

Таблица 8 Классификация загрязненности воды водных объектов

Величина комбинаторного Индекса загрязненности воды	Класс загрязненности воды				
	1	2	3	4	5
	условно чистая	слабозагрязненная	загрязненная	грязная	очень грязная
При отсутствии ЛПЗ	<1	1-2	2,1-4	4,1-10	>10
1 ЛПЗ	<0,9	0,9-1,8	1,9-3,6	3,7-9,00	>9,0
2 ЛПЗ	<0,8	0,8-1,6	1,7-3,2	3,3-8,0	>8,0
3 ЛПЗ	<0,7	0,7-1,4	1,5-2,8	2,9-7,0	>7,0
4 ЛПЗ	<0,6	0,6-1,2	1,3-2,4	2,5-6,0	>6,0
5 ЛПЗ	0,5	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

Пример решения

Определить класс загрязненности воды природного водного объекта, относящегося к рыбохозяйственной категории водопользования. Общее число контрольных проб (N) - 20. Средняя концентрация загрязняющих веществ и число случаев превышения ПДК составляет для:

БПК_п - 12,1 мг/л; $N_{\text{ПДК}} - 8$; СПАВ - 6,3 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 9$; фенол - 0,01 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 10$; нитраты (NO_3) - 160 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 12$; нитриты (NO_2) - 1,2 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 20$; фосфаты - 2,1 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 6$; сульфаты - 890 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 20$; хлориды - 2100 мг/л, $N_{\text{ПДК}} - 15$.

Решение

1. Для каждого ЗВ определяем баллы кратности (K_i) превышения фактической средней концентрации к ПДК, число повторяемых случаев превышения (H_i) и общий оценочный балл (B_i).

БПК	$K = \frac{12,1}{3,0} = 4,0$	$H = \frac{8}{20} = 0,4$	$B = 4 \cdot 0,4 = 1,6$
СПАВ	$K = \frac{6,3}{0,5} = 12,6$	$H = \frac{9}{20} = 0,45$	$B = 12,6 \cdot 0,45 = 5,7$
Фенол	$K = \frac{0,01}{0,001} = 10$	$H = \frac{10}{20} = 0,5$	$B = 10 \cdot 0,5 = 5,0$
Нитраты	$K = \frac{160}{40} = 4,0$	$H = \frac{12}{20} = 0,6$	$B = 4 \cdot 0,6 = 2,4$
Нитриты	$K = \frac{1,2}{0,08} = 15$	$H = \frac{20}{20} = 1,0$	$B = 15 \cdot 1 = 15$
Фосфаты	$K = \frac{2,1}{0,2} = 10,5$	$H = \frac{6}{20} = 0,3$	$B = 10,5 \cdot 0,3 = 3,15$
Сульфаты	$K = \frac{890}{100} = 8,9$	$H = \frac{20}{20} = 1$	$B = 8,9$
Хлориды	$K = \frac{2100}{300} = 7,0$	$H = \frac{15}{20} = 0,75$	$B = 7 \cdot 0,75 = 5,25$

2. Определяем, какие ЗВ относятся к лимитирующим показателям загрязненности (ЛПЗ), т. е. вещества, для которых $B \geq 11$. К таким ЗВ относятся нитриты ($B=15$), т.е. в качестве ЛПЗ выступает одно вещество.

3. Для остальных ЗВ находим сумму оценочных баллов, т. е. определяем комбинаторный индекс загрязненности воды (ИЗВ).

$$\text{ИЗВ} = 1,6 + 5,7 + 5,0 + 2,4 + 3,2 + 8,9 + 5,25 = 32,05.$$

4. По таблице 8 определяем класс загрязненности воды, с учетом ИЗВ = 32,05 и одного вещества, относящегося к ЛПВ.

Вывод: Класс загрязненности воды водоема – 5 (водоем очень грязный).

Задание:

1. Определить класс загрязненности воды в природном водном объекте. Исходные данные согласно таблице 9.
2. Оформите полученные результаты в виде отчета.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 9 Варианты задач

№ вар.	Наименование ЗВ	С _ф , мг/л	N _{пдк}	N	Категория водного объекта
1	БПК	1,2	2	10	к/б
	нефтепродукты	2,1	6	10	к/б
	фенол	0,005	3	10	к/б
2	ПБК	1,2	2	10	р/х
	нефтепродукты	2,1	6	10	р/х
	фенол	0,005	3	10	р/х
3	нитраты	90	15	20	к/б
	нитриты	18,3	7	10	к/б
	СПАВ	1,5	15	20	к/б
4	алюминий	2,5	7	15	р/х
	нитраты (NO ₃)	120	3	15	р/х
	нитриты (NO ₂)	1,2	5	15	р/х
5	СПАВ	1,5	10	10	к/б
	Фенол	0,1	15	20	к/б
	Полифосфаты	12,5	5	10	к/б
6	СПАВ	0,45	10	10	р/х
	Фенол	0,018	8	10	р/х
	Фосфаты	2,6	9	10	р/х
7	Хлориды	780	9	15	к/б
	Сульфаты	1800	8	15	к/б
	БПК	35	5	15	к/б
8	Хлориды	780	5	20	р/х
	Сульфаты	180	5	20	р/х
	БПК	3,5	2	20	р/х
9	Железо	1,5	8	10	к/б
	Цинк	2,1	5	10	к/б
	Свинец	0,9	3	10	к/б
10	Железо	0,35	6	15	р/х
	Цинк	0,015	3	15	р/х
	Свинец	0,12	2	15	р/х
11	СПАВ	0,85	6	10	к/б
	БПК	12,1	19	20	к/б
	Фенол	0,01	6	10	к/б
12	Медь	0,015	10	10	р/х
	Никель	0,018	5	10	р/х
	Свинец	0,23	8	10	р/х
13	Нитраты	47,8	14	15	к/б
	Нитриты	2,3	1	15	к/б

	Аммиак	4,1	8	15	к/б
14	Ртуть	0,00003	7	20	р/х
	Цинк	0,045	20	20	р/х
	Нефть	0,85	18	20	р/х
15	Железо	0,43	2	5	к/б
	Фтор	1,5	4	10	к/б
	Фосфат	7,2	2	5	к/б
16	БПК	18,5	18	25	р/х
	СПАВ	6,1	20	20	р/х
	Нефть	0,65	23	25	р/х
17	Алюминий	1,1	4	10	к/б
	Бром	0,15	2	10	к/б
	Железо	0,45	5	10	к/б
18	Сульфаты	656	18	20	р/х
	Хлориды	720	20	20	р/х
	Фосфаты	0,6	10	20	р/х
19	Фтор	3,6	6	10	к/б
	Бром	1,4	8	10	к/б
	Фосфаты	7,2	10	10	к/б
20	Нефть	0,08	10	15	р/х
	Фенол	0,01	5	15	р/х
	БПК	8,2	10	15	р/х
21	Медь	9,8	13	20	к/б
	Цинк	7,8	11	15	к/б
	Нефть	5,1	8	15	к/б
22	Железо	0,12	3	10	р/х
	Фтор	0,07	5	10	р/х
	Фосфаты	0,28	2	10	р/х
23	Хром(Сг+6)	0,15	8	10	к/б
	Кадмий	0,013	9	15	к/б
	Свинец	0,13	4	10	к/б
24	Сульфаты	168	5	20	р/х
	Хлориды	430	10	20	р/х
	Фосфаты	0,35	2	20	р/х
25	СПАВ	1,23	10	10	к/б
	Фенол	0,017	10	10	к/б
	Хлориды	490	8	10	к/б

Контрольные вопросы

1. На какие категории по характеру водопользования подразделяются водные объекты?
2. Что понимают под индексом загрязненности воды (ИЗВ)? В чем его отличие оценки от оценки по ПДК?
3. В чем заключается суть метода оценки качества воды, разработанного в Гидрохимическом институте?
4. Что понимают под лимитирующими показателями загрязненности (ЛПЗ)?

Занятие 8. Защита атмосферы и гидросферы (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: обсуждение особенностей защиты атмосферы гидросферы от загрязнений

Предмет и содержание занятия

Защита атмосферы. Очистка промышленных выбросов от пыли. Очистка выбросов от газообразных загрязняющих веществ. Пылеулавливающие аппараты. Защита поверхностной и подземной гидросферы.

1. Какие меры применяются для защиты воздушного бассейна от загрязнения?
2. Что предусматривает экологизация технологических процессов?
3. В чем заключается принцип работы пылеулавливающих аппаратов?
4. Чем отличаются сухие пылеуловители от мокрых.
5. Как происходит очистка воздуха с помощью фильтров и электрофильтров?
6. Охарактеризуйте способы очистки выбросов от токсических газо- и парообразных примесей.
7. Для чего применяют рассеивание газовых примесей в атмосфере?
8. Что понимают под санитарно-защитной зоной? Какие требования предъявляют к ней?
9. Что включают в себя архитектурно-планировочные мероприятия?
10. Какие экозащитные мероприятия применяют для защиты поверхностных вод?
11. В чем суть обратного водоснабжения?
12. Охарактеризуйте механический способ очистки сточных вод.
13. Охарактеризуйте химические и физико-химические способы очистки производственных сточных вод.
14. На чем основан биологический метод очистки коммунально-бытовых промстоков?
15. Какие мероприятия применяются для предотвращения попадания пестицидов и удобрений в водоемы?
16. Какие методы применяются для обеззараживания вод для питьевого водоснабжения?

18. Какие меры применяются для предупреждения истощения подземных вод?

19. Какие существуют меры борьбы с загрязнением подземных вод?

20. Что собой представляет зона санитарной охраны? Какие требования предъявляются к ней?

Занятие 9. Защита литосферы. (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: обсуждение особенностей защиты литосферы от загрязнений.

Предмет и содержание занятия

Защита почв (земель). Охрана и рациональное использование недр. Рекультивация нарушенных территорий. Защита массивов горных пород.

1. Какие основные звенья входят в экологическую защиту почв?
2. Какой комплекс мер применяют для борьбы с эрозией почв?
3. Какие противоэрозионные меры применяют для почв, подверженных сильной эрозии?
4. Какие меры применяются для борьбы с заболачиванием почв?
5. Что необходимо предпринять для предупреждения вторичного засоления почв?
6. Что используют для предотвращения загрязнения почв пестицидами? Приведите примеры.
7. Какие меры применяют для предотвращения экологического и экономического вреда недрам?
8. Что собой представляет рекультивация?
9. Что является объектами рекультивации?
10. Какие мероприятия включает техническая рекультивация?
11. Почему биологическую рекультивацию проводят после технической? Что в себя включает эта рекультивация?
12. В чем заключается работа по защите оползневых участков от воздействия строительных работ?
13. Что запрещено на селеопасных массивах?
14. В чем заключается защита закарстованных массивов?
15. Охрана массивов горных пород в зоне вечной мерзлоты.

Занятие 10. Гигиеническая оценка почв населенных пунктов (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Практическое занятие

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения уровня загрязнения почвы населенного пункта

Краткие теоретические сведения

В современных условиях наряду с естественным неравномерным распределением химических элементов в почвенных слоях во все возрастающих масштабах происходит их искусственное перераспределение.

Выбросы промышленных предприятий, объектов энергетики, транспорта, сельского хозяйства, распространяясь на значительные расстояния, попадают в почву и создают новые комплексы химических элементов. Из почвы эти вещества мигрируют в воздушную и водную среды, в ткани растений и в конечном итоге попадают в организм человека.

Особую опасность представляют тяжелые металлы, характер токсического действия которых иллюстрируется данными таблицы 10.

Таблица 10 Эффекты избирательной токсичности при загрязнении среды тяжелыми металлами

Загрязнитель	Главное воздействие на здоровье
Мышьяк	Рак легких; кожные болезни; гематологические эффекты, включая анемию
Бериллий	Дерматиты, язвы; воспаления слизистых оболочек
Кадмий	Злокачественные новообразования; острые и хронические респираторные заболевания; почечная дисфункция
Хром	Рак легких; злокачественные образования в желудочно-кишечном тракте; дерматиты
Свинец	Нарушение процессов кроветворения; повреждение печени и почек; нейрологические эффекты
Ртуть	Воздействие на нервную систему, включая краткосрочную память; нарушение сенсорных функций и координации; почечная недостаточность
Никель	Респираторные заболевания (астма, нарушение дыхательной системы); пороки рождения и уродства; рак носа и легких
Ванадий	Астма; нервные расстройства; изменения в крови

Основным критерием при оценке уровня загрязнения почвы является предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в пахотном слое, которая устанавливается из условия, что загрязняющее вещество не должно оказывать прямого или косвенного воздействия на соприкасающиеся с почвой среды (воздух, воду), на здоровье человека и на способность почвы к самоочищению.

Существуют четыре разновидности ПДК, соответствующие лимитирующим показателям вредности в зависимости от путей миграции загрязняющих веществ в определенные среды. Эти лимитирующие показатели следующие:

- транслокационный, характеризующий переход химических веществ из почвы через корневую систему в зеленую массу и плоды растений;
- миграционный воздушный, характеризующий переход химических веществ из почвы в атмосферу;
- миграционный водный, характеризующий переход химических веществ из почвы в подземные грунтовые воды и водоисточники;
- общесанитарный, характеризующий влияние химических веществ на микробиоценозы и способность почв к самоочищению.

Наименьший из допустимых уровней содержания вещества является лимитирующим и принимается за ПДК вещества, т.к. отражает наиболее уязвимый путь воздействия данного токсиканта. Вместе с тем важнейшим показателем при обосновании ПДК химических веществ в почве является транслокационный показатель вредности, поскольку уровень транслокации определяет степень накопления токсикантов в продуктах питания, а с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70% вредных химических веществ.

При оценке опасности загрязнения почв химическими веществами необходимо учитывать следующие закономерности:

1. Опасность загрязнения тем выше, чем в большей степени фактическое содержание вредных веществ в почве C [мг/кг] превышает ПДК [мг/кг], т.е. чем больше значение коэффициента опасности K_0 превышает единицу; коэффициент опасности определяется следующим образом:

$$K_0 = \frac{C}{ПДК}. \quad (15)$$

2. Опасность загрязнения тем выше, чем выше класс опасности вредных веществ. Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов к тому или иному классу опасности проводится в соответствии с данными таблицы 11.

Таблица 11 Отнесение химических веществ, попадающих в почву, к классам опасности

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

3. Опасность загрязнения тем выше, чем ниже буферные свойства почв.

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 рН.

Опасность загрязнения при равных прочих условиях будет больше для почв с кислой реакцией ($\text{pH} < 7$), меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом.

Оценка опасности почв, загрязненных химическими веществами, проводится отдельно для территорий сельскохозяйственного использования и для населенных пунктов.

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

Коэффициент концентрации химического вещества определяется отношением:

$$K_c = \frac{C}{C_\phi}, \quad (16)$$

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 и выражается следующей формулой:

$$Z_c = \sum_{n=i}^n K_c - (n - 1), \quad (17)$$

где n – число учитываемых химических элементов.

Оценка опасности загрязнения почв по найденному суммарному показателю Z_c проводится с помощью данных таблицы 12:

Таблица 12 Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю

Категория загрязнения почв	Показатель Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимум функциональных отклонений
Умеренно опасная	16 – 32	Увеличение общего уровня заболеваемости
Опасная	32 – 128	Увеличение общего уровня заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционирования сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение случаев токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Пример решения

Определить категорию загрязнения почвы населенного пункта химическими веществами по суммарному показателю загрязнения. Дать характеристику показателей здоровья населения, проживающего на загрязненной территории. Исходные данные взять из таблицы 13.

Таблица 13 Исходные данные для примера

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

По формуле (16) находим коэффициенты концентрации загрязняющих веществ:

$$K_{c.F} = \frac{470}{208} = 2,3; \quad K_{c.Be} = \frac{4,9}{1,5} = 3,3; \quad K_{c.Zn} = \frac{255}{41,3} = 6,2.$$

По формуле (17) суммарный показатель загрязнения равен

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

В соответствии с данными таблицы 10 рассматриваемые почвы относятся к категории допустимого загрязнения и характеризуются наиболее низким уровнем заболеваемости детей и минимумом функциональных отклонений.

Задание:

1. определить уровень загрязнения почвы населенного пункта и дать характеристику изменения здоровья населения, проживающего на загрязненном участке. Исходные данные согласно таблицы 14.
2. Оформите полученные результаты в виде отчета.
3. Ответить на контрольные вопросы.

Таблица 14 Варианты исходных данных

Вариант	Реальная концентрация загрязняющих веществ в почве, мг/кг											
	Li	Be	S	V	Cr	Co	Ni	Cu	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	11 6	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	0,0 3	-
16	-	-	-	448	1970	83	-	-	-	18	0,6	79
17	86	-	-	-	974	78	314	-	-	-	0,8	124
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	0,0 8	30 5
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												
	23,5	1,5	720	63,5	180	8,4	23,2	15,3	41,3	0,7	0,01	11,5

Контрольные вопросы

1. Какие эффекты избирательной токсичности наблюдаются при загрязнении среды тяжелыми металлами?
2. Какой критерий является основным при оценке уровня загрязнения почвы?
3. Охарактеризуйте разновидности ПДК.

4. Какие закономерности необходимо учитывать при оценке опасности загрязнения почв химическими веществами?

5. Что понимают под буферностью почвы? Какие компоненты почвы создают буферность?

6. По каким показателям проводится оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов?

7. Охарактеризуйте ориентировочную оценочную шкалу опасности загрязнения почв по суммарному показателю.

Занятие 11. Защита от отходов производства и потребления, шумового воздействия. (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: обсуждение особенностей защиты от отходов производства и потребления, шумового воздействия.

Предмет и содержание занятия

Защита от отходов производства и потребления. Методы переработки твердых бытовых отходов. Защита от шумового воздействия. Комплекс мер защиты от шума.

1. Что понимают под утилизацией отходов, реутилизацией, захоронением отходов и детоксикацией?

2. По каким показателям проводят классификацию промышленных отходов?

3. Что входит в состав бытовых отходов?

4. Назовите методы переработки твердых бытовых отходов, получившие наибольшее распространение.

5. Какой из перечисленных методов переработки специалисты признают наиболее приемлемым? Почему?

6. Охарактеризуйте перспективный метод переработки твердых бытовых пищевых отходов.

7. Принцип работы мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов.

8. Как обезвреживают и производят захоронение токсичные твердые промышленные отходы?

9. Как производят утилизацию и захоронение радиоактивных отходов? Какая проблема существует в этой области?

10. Какие меры применяют в мировой практике для борьбы с диоксиносодержащими отходами?

11. Какие законодательные меры разработаны для защиты населения от вредного влияния шума?

12. Какие мероприятия предполагают технико-технологические меры защиты от шума?

13. Какие мероприятия предпринимаются на градостроительном уровне защиты от шумового воздействия?

14. Что предполагают архитектурно-планировочные и организационные меры защиты от шума?

Занятие 12. Определение класса опасности отходов (2 часа, самостоятельная работа – 1 час)

Семинарское занятие

Цель занятия: получение и закрепление навыков определения класса опасности отходов расчетным способом

Краткие теоретические сведения

Отходы производства и потребления (далее - отходы) - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Опасные отходы – отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или содержащие возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами;

Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) – перечень отходов с установленным классом опасности для окружающей природной среды и кодом отходов, присвоенным в соответствии с утвержденным кодификатором отходов.

Класс опасности отхода – характеристика относительной экологической опасности отхода, выраженная в виде числа, соответствующего показателю степени опасности отхода для окружающей природной среды (ОПС).

Показатель степени опасности отхода для ОПС - интегральный показатель, характеризующий опасность отхода при его воздействии на окружающую природную среду.

Компонент отхода – любая составная часть отхода, для которой можно сформировать систему показателей, применяемых для оценки экологической опасности отхода.

Для каждого вида отходов определяется класс опасности отходов для окружающей среды по Федеральному классификационному каталогу отходов.

Федеральный классификационный каталог отходов – перечень образующихся в Российской Федерации отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и

физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую природную среду.

Тринадцатизначный код определяет вид отхода, характеризующий его классификационные признаки:

- первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отходов;

- девятая и десятая цифры используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы (0-данные не установлены, 1-твердый, 2-жидкий, 3-пастообразный, 4-шлам, 5-гель, коллоид, 6-эмульсия, 7-суспензия, 8-сыпучий, 9-гранулят, 10-порошкообразный, 11-пылеобразный, 12-волокно, 13-готовое изделие, потерявшее потребительские свойства, 99-иное);

Одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств и их комбинаций (0-данные не установлены, 1-токсичность, (т), 2-взрывоопасность (в), 3-пожароопасность (п), 4-высокая реакционная способность (р), 5-содержание возбудителей инфекционных болезней (и), 6-22 –различные комбинации опасных свойств, 99-опасные свойства отсутствуют;

– тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей среды (0-класс опасности не установлен, 1 – I-й класс опасности, 2 – II-й класс опасности, 3 – III класс опасности, 4 – IV класс опасности, 5 – V класс опасности).

При отсутствии в Федеральном классификационном каталоге отходов сведений о классе опасности данного вида отхода, он определяется расчетным и (или) экспериментальным методами на основе критериев отнесения опасных отходов к классу опасности отхода.

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (далее - Критерии) предназначены для индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы для окружающей природной среды (далее - отходы) и которые обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды (далее - производители отходов).

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду (далее - ОПС) при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с критериями, приведенными в таблице 15.

Таблица 15 Критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды

№ п/п	Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
1.	ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I КЛАСС ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЫЕ
2.	ВЫСОКАЯ	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II КЛАСС ВЫСОКООПАСНЫЕ
3.	СРЕДНЯЯ	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	III КЛАСС УМЕРЕННО ОПАСНЫЕ
4.	НИЗКАЯ	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV КЛАСС МАЛООПАСНЫЕ
5.	ОЧЕНЬ НИЗКАЯ	Экологическая система практически не нарушена	V КЛАСС ПРАКТИЧЕСКИ НЕОПАСНЫЕ

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС осуществляется по федеральному классификационному каталогу отходов, а также расчетным или экспериментальными методами.

Для каждого вида отхода производитель (собственник) отхода определяет класс опасности отхода по федеральному классификационному каталогу отходов. При отсутствии в федеральном классификационном каталоге отходов сведений о классе опасности данного вида отхода, он определяется расчетным или экспериментальными методами.

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом осуществляется на основании *показателя степени опасности отхода для ОПС (K)*, рассчитанного по сумме показателей степени опасности веществ, составляющих отход (далее - компоненты отхода), для ОПС (K_i):

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_i \quad (18)$$

где K – показатель степени опасности отхода для ОПС;
 $K_1 + K_2 + \dots + K_i$ – показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для ОПС.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода (K_i) рассчитывается как соотношение концентраций компонентов отхода (C_i) с коэффициентом его степени опасности для ОПС (W_i);

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (19)$$

где C_i – концентрация i -го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода); W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента опасного отхода для ОПС (мг/кг).

Коэффициентом степени опасности компонента отхода (W_i) для ОПС является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействия на ОПС. Размерность коэффициента степени опасности для ОПС условно принимается - мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода (W_i) для ОПС по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных природных сред в соответствии с таблицей 16.

Таблица 16 Определение первичных показателей компонентов отхода

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1.	ПДКп ¹ (ОДК) ² , мг/кг	<1	1-10	10,1-100	>100
2.	Класс опасности в почве	1	2	3	не установлен
3.	ПДКв (ОДУ ОБУВ), мг/л	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
4.	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	1	2	3	4
5.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	<0,001	0,001-0,1	0,011-0,1	>0,1
6.	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
7.	ПДКс.с.(ПДКм.р., ОБУВ), мг/м ³	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
8.	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9.	ПДКпп (Мду, МДС), мг/кг	<0,01	0,01-1	1,1-10	>10
10.	Lg(S, мг/л/ПДКв, мг/л) ³	>5	5-2	1,9-1	<1
11.	Lg(Снас, мг/м ³ /ПДКр.з)	>5	5-2	1,9-1	<1
12.	Lg(Снас, мг/м ³ /ПДКс.с. или ПДКм.р.)	>7	7-3,9	3,8-1,6	<1,6

13.	Lg Kow(октанол/вода)	>4	4-2	1,9-0	<0
14.	LD ₅₀ мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
15.	LD ₅₀ , мг/кг ³	<500	500-5000	5001-50000	>50000
16.	LD ₅₀ ^{водн} мг/л/96ч	<1	1-5	5,1-100	>100
17.	БД=БПК ₅ /ХПК 100%	<0,1	0,01-1,0	1,0-10	>10
18.	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19.	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Скопление в одном из звеньев	Нет накопления
	БАЛЛ	1	2	3	4

¹ Используемые сокращения приведены в таблице 17.

² В случаях отсутствия ПДК токсичного компонента отхода допустимо использование другой нормативной величины, указанной в скобках.

³ Если $S = \infty$, то $\lg(S/\text{ПДК})=1$, если $S=0$, то $\lg(S/\text{ПДК})=0$.

Таблица 17 Перечень сокращений, используемых в таблице 16

ПДКп (мг/кг)	предельно-допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	ориентировочно-допустимая концентрация
ПДК в (мг/л)	предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
ОДУ	ориентировочно-допустимый уровень
ОБУВ	ориентировочный безопасный уровень воздействия
ПДКр.х. (мг/л)	предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДКс.с. (мг/м ³)	предельно-допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДКм.р. (мг/м ³)	предельно-допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДКр.з. (мг/м ³)	предельно-допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	максимально допустимое содержание
МДУ	максимально допустимый уровень
S (мг/л)	растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20°C
Cнас (мг/ м ³)	насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20°C и нормальном давлении
Kow	коэффициент распределения в системе октанол/вода при 20°C
LD ₅₀ (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
LD ₅₀ ^{кожн} (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях
LC ₅₀ (мг/ м ³)	средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50%

	подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	биологическая диссимилиация

В перечень показателей, используемых для расчета W_i , включается показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОПС.

Показатель информационного обеспечения (ПИО) рассчитывается:

$$ПИО = \frac{n}{N}, \quad (20)$$

где n – число установленных показателей в таблице 16; N – количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС (равно 12):

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения (таблица 18):

Таблица 18 Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения

Диапазоны ПИО (n/N)	Балл
$<0,5$ ($n < 6$)	1
$0,5 - 0,7$ ($n = 6 - 8$)	2
$0,71 - 0,9$ ($n = 9 - 10$)	3
$>0,9$ ($n > 11$)	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается *относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС* (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

$$X_i = \sum_1^n (\text{баллов}) / n, \quad (21)$$

где $\sum_1^n (\text{баллов})$ – сумма баллов по всем показателям i -ого компонента; n – количество установленных показателей.

Коэффициент W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4 / Z_i; & \text{Для } 1 < Z_i < 2 & (22) \\ Z_i; & \text{Для } 2 < Z_i < 4 & (23) \\ 2 + 4/(6 - Z_i), \text{ где } & \text{Для } 4 < Z_i < 5 & (24) \end{cases}$$

где Z_i – стандартизованный показатель опасности компонента отхода для ОПС (Z_i): $Z_i = \frac{4}{3} X_i - \frac{1}{3}$, (25)

Коэффициенты (W_i) для наиболее распространенных компонентов опасных отходов приведены в таблице 19.

Таблица 19 Коэффициенты W для отдельных компонентов опасных ОТХОДОВ

Наименование компонента	X_i	Z_i	$\lg W_i =$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди (n)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
Н-нитрозодифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10,0
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	100,0
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов, как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам со средним баллом (X_i), равным 4, и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i) равным 10^6 .

Компоненты отходов природного органического происхождения, состоящие из таких соединений как углеводы (клетчатка, крахмал и иное), белки, азотсодержащие органические соединения (аминокислоты, амиды и иное), то есть веществ, встречающихся в живой природе, относятся к классу практически неопасных компонентов со средним баллом (X_i) равным 4 и, следовательно, коэффициентом степени опасности для ОПС (W_i) равным 10^6 . Для остальных компонентов отходов показатель степени опасности для ОПС рассчитывается по выше установленному порядку.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с таблицей 20.

Таблица 20 Установление класса опасности отхода в зависимости от показателя степени опасности отхода для ОПС (по результатам расчетного метода)

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (К)
I	$10^6 \geq K > 10^4$
II	$10^4 \geq K > 10^3$
III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к 5-му классу опасности, необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-му классу опасности.

Задание:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Подготовить конспект по следующим пунктам:
 - записать определения: Отходы производства и потребления, Опасные отходы, Федеральный классификационный каталог отходов, Класс опасности отхода, Показатель степени опасности отхода для ОПС, Компонент отхода, Федеральный классификационный каталог отходов;
 - записать, что определяет тринадцатизначный код, Критерии отнесения отходов к классу опасности для окружающей природной среды, как относят опасные отходы к классу опасности для окружающей природной среды расчетным методом.
3. Подготовить и рассказать как относят опасные отходы к классу опасности для окружающей природной среды расчетным методом.

Литература

1. Аннотированный справочник основных документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – НИИ Атмосфера, – СПб.: 2001 г. – 66с.
2. Беспамятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде/Г.П. Беспамятнов, Ю.А.Кротов. – Л.: Химия, 1985. 528 с.
3. Бурков Н.А. Прикладная экология. Учебное пособие для специалистов-экологов и студентов вузов. – Киров: Вятка, 2005. -272с.
4. ГОСТ 17.4.1.02-83. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. –М.: Изд-во стандартов, 1989. –4 с.
5. Константинов В. М. Охрана природы : Учебное пособие / В. М. Константинов. - М. : Academia, 2000. - 240с.
6. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды. Приказ МПР России от 15.06.01 № 511.
7. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86). – Л., 1987.
8. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. –М.: 1987. –23 с.
9. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды. Учебное пособие для инженера-эколога / под ред. проф. А.Ф.Порядина, А.Д.Хованского. – М.: Изд-во Прибой, 1996. – 348 с.
10. Охрана окружающей среды : Учебник для вузов / С. В. Белов [и др.] ; ред. С. В. Белов. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Высшая школа, 1991. - 318 с.
11. Передельский Л. В. Экология : Учебник для вузов / Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. - М. : Проспект, 2006. - 507 с.
12. Перечень документов по расчету выделений (выбросов) загрязняющих веществ в атмосферный воздух, действующих в 2001 – 2002 годах. Бюллетень «Охрана атмосферного воздуха» № 2 (8). – СПб.: Издательство «СПБИРАВ», 2001 г. – 84 с.
13. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. –С-Пб.: «Интерграл», 2000.
14. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух.– М.: НИИ охраны атмосферного воздуха, 2005.
15. Прикладная экология : Учебное пособие для вузов / Т. А. Трифонова, Н. В. Селиванова, Н. В. Мищенко. - М. : Академический Проект, 2005 ; М. : Традиция, 2005. - 381 с.

16. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН 4630-88. –М.: 1988.
17. СанПиН 2.1.7.72-98. Предельно допустимые концентрации в почве.
18. Степановских А. С. Прикладная экология. Охрана окружающей среды: Учебник для вузов / А. С. Степановских. - М.: ЮНИТИ, 2005. - 750 с.
19. Федеральный Закон РФ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.89 № 89-ФЗ.