

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
Кафедра «География и природопользование»

НОРМИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 05.03.06 «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Курган 2017

Кафедра: «География и природопользование».

Дисциплина: «Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды»
(направление 05.03.06 «Экология и природопользование»).

Составила: канд. пед. наук, доц. Т.А. Федорова.

Утверждены на заседании кафедры « 5 » сентября 2016 г.

Рекомендованы методическим советом университета « 17 » декабря 2015 г.

Лабораторная № 1

Тема: Концептуальные основы экологического нормирования

Цель: изучить историю развития экологического нормирования, основные понятия и его структуру. Ознакомиться с нормативно–правовым обеспечением экологического нормирования. Научиться пользоваться нормативными документами.

Задание 1

Используя материалы учебника [1]:

- а) проанализируйте информацию по подходам экологического нормирования. Укажите их сходство и различие;
- б) охарактеризуйте основные этапы развития экологического нормирования и оформите результаты в виде таблицы 1.1. Рассмотренные этапы изобразите схематично в виде «генеалогического древа» экологического нормирования.

Таблица 1.1 – Этапы развития экологического нормирования

Название этапа	Характеристика	Основные работы ученых данного периода

Задание 2

На основании Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об охране окружающей среды» раскройте содержание следующих понятий: качество окружающей среды; нормативы качества окружающей среды (далее – ОС); нормативы допустимого воздействия на ОС; нормативы допустимой антропогенной нагрузки на ОС; нормативы допустимых выбросов и сбросов; технологический норматив; нормативы предельно допустимой концентрации (ПДК); нормативы допустимых физических воздействий.

Ответьте на предложенные вопросы. В каких целях осуществляется нормирование в области охраны ОС? В чем заключается сущность установления нормативов качества окружающей среды? В каких целях и для чего устанавливаются перечисленные ниже нормативы: допустимый выброс (ДВ) и допустимый сброс (ДС) веществ и микроорганизмов, отходов производства и потребления, допустимых физических воздействий, допустимого изъятия компонентов природной среды, допустимой антропогенной нагрузки? Что именно устанавливается государственными стандартами в области охраны ОС? В чем заключается сущность экологической сертификации в механизме охраны ОС?

Задание 3

Используя Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 03.07.2016) «Об охране окружающей среды», опишите порядок разработки нормативов и перечислите нормативы допустимого воздействия на ОС.

Лабораторная № 2

Тема: Механизмы экологического нормирования

Цель: изучить систему и механизмы управления качеством окружающей среды. Ознакомиться со структурой органов экологического управления.

Задание 1

Изучите структуру и функции органов государственной власти в области экологического нормирования, используя учебный материал [6]. По изученным данным составьте таблицу 2.1.

Таблица 2.1. – Структура и функции органов экологического управления

Орган государственной власти в области экологического нормирования	Определение	Функции органа государственной власти
Министерство природных ресурсов и экологии РФ		
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу ОС (Росгидромет)		
Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор)		
Федеральное агентство водных ресурсов (Росводресурсы)		
Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра)		
Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз)		

Задание 2

Основываясь на материалах учебника [6], изучите основные механизмы экологического нормирования: сертификацию, лицензирование и лимитирование. Ответьте на следующие вопросы.

- 1 Что такое лицензирование и лицензия?
- 2 На какие блоки подразделяется лицензирование?
- 3 Назовите функции лицензирования?
- 4 Что понимается под лимитированием?
- 5 На каком механизме построена система предельно допустимых концентраций вредных веществ и ее производных, предельно допустимых уровней физических воздействий, ограничений воздействия производственно-хозяйственной деятельности человека и эксплуатации природных ресурсов? Ответ обоснуйте.

- 6 В каких целях осуществляется сертификация?
- 7 Дайте определение сертификации и назовите ее функции.
- 8 Каковы виды и объекты сертификации?

Лабораторная № 3

Тема: Техническое регулирование и стандартизация в области экологического нормирования

Цель: ознакомиться с системой стандартов в области экологического нормирования. Изучить санитарно-эпидемиологические правила и нормы, содержащие сведения о санитарно-защитных зонах.

Задание 1

На основе материалов учебного пособия [3] выделите категории стандартов с примерами. Данные отобразите в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Категории стандартов

Вид нормативного документа	Расшифровка	Утверждающее ведомство	Характеристика	Пример
ISO				
ГОСТ				
ГОСТ Р				
СТО				
ОСТ				
СТП				
СанПиН				
СНиП				
СП				
ТУ				

Задание 2

Используя СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»:

I Определить санитарно-защитную зону (СЗЗ) промышленных объектов и производств:

- 1) химические объекты и производства;
- 2) металлургические, машиностроительные и металлообрабатывающие объекты и производства;
- 3) добыча руд и нерудных ископаемых;
- 4) строительная промышленность;
- 5) обработка древесины;
- 6) текстильные промышленные объекты и производства легкой промышленности;

- 7) обработка животных продуктов;
 - 8) промышленные объекты и производства по обработке пищевых продуктов и вкусовых веществ;
 - 9) микробиологическая промышленность;
 - 10) производство электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива;
 - 11) объекты и производства агропромышленного комплекса и малого предпринимательства;
 - 12) сооружения санитарно-технические, транспортной инфраструктуры, объекты коммунального назначения, спорта, торговли и оказания услуг;
 - 13) канализационные очистные сооружения;
 - 14) склады, причалы и места перегрузки и хранения грузов, производства фумигации грузов и судов, газовой дезинфекции, дератизации и дезинсекции.
- II Ответить на следующие вопросы. Что является критерием для определения размера санитарно-защитной зоны? Какие основные аспекты должны быть определены в проекте санитарно-защитной зоны? При наличии чего проводится установление размеров санитарно-защитных зон для промышленных объектов и производств?

Лабораторная № 4

Тема: Санитарно-гигиеническое нормирование

Цель: изучить виды вредных веществ и их предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе, в воде, в почвах, в пищевых продуктах. Овладеть методами расчета предельно допустимых показателей качества основных компонентов природной среды. Проводить оценку качества атмосферного воздуха, воды, почв. Составлять гигиеническое заключение по приведенной ситуации в предложенной задаче.

Задание 1

Подготовить доклады по следующим темам.

- 1 Способы оценка качества атмосферного воздуха.
- 2 Способы оценки качества воды.
- 3 Оценка экологического состояния почв и категории загрязнения почв.
- 4 Способы оценки состояния донных осадков водных объектов (токсикологическое воздействие на организмы).
- 5 Оценка состояния среды обитания и здоровья населения.
- 6 Критерии оценки состояния природной среды.

Задание 2

Сравнить качество атмосферного воздуха в городах (задача 1) и определите, к какому классу относится экологическое состояние атмосферы в городе (задача 2) в соответствии с условиями своего варианта: таблица 4.2 и таблица 4.4.

Теоретические основы. Для оценки состояния атмосферы используются различные показатели, один из них – ПДК. Оценка качества воздуха основана на сравнении фактически измеренной концентрации с ПДК. 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 загрязняющих веществ (ЗВ).

Для одного вещества:

$$I = \left(\frac{\bar{c}}{ПДК_{cc}} \right)^k,$$

где \bar{c} – средняя за год концентрация, мг/м³; ПДК_{cc} – среднесуточная ПДК ЗВ, мг/м³, в случае отсутствия ПДК_{cc} вместо нее принимается ПДК_{мр} или ОБУВ; $k = 1,7$ – класс опасности 1; $k = 1,3$ – класс опасности 2; $k = 1,0$ – класс опасности 3; $k = 0,9$ – класс опасности 4 (см. таблицу 4.1).

Для нескольких веществ:

$$I = \sum_i^n I_i = \sum_i^n \left(\frac{c_i}{ПДК_{cc}} \right)^{k_i}.$$

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

Таблица 4.1 – Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух

Вещество	Код	ПДК мг/м ³	ПДК _{cc} , мг/м ³	ОБУ В, мг/м ³	Класс опас- ности
Азота диоксид	0301	0,085	0,04		2
Аммиак	0303	0,2	0,04		4
Ангидрид сернистый	0330	0,5	0,05		3
Ацетон	1401	0,35	0,35		4
Бензин (нефтяной, малосернистый в пере- счете на углерод)	2704	5,0	1,5		4
Бутилацетат	2110	0,1	0,1		4
Ванадия пятиокись	0110		0,002		1
Взвешенные вещества	2902	0,5	0,15		3
Дибутилфтал	1215			0,1	4
Железа оксид	0123		0,04		3

Продолжение таблицы 4.1

Зола сланцевая	2903	0,3	0,1		3
Кальция хлорид	3123			0,05	3
Керосин	2732	0,2		1,2	4
Кислота уксусная	1555		0,06		3
Кислота щавелевая	1591	0,2		0,015	2
Ксилол	0616		0,2		3
Мазутная зола электростанций (в пересчете на V)	2904	0,01	0,002		2
Марганец и его соединения (в пересчете на Mn)	0143		0,001		2
Меди оксид (в пересчете на медь)	0146	$9 \cdot 10^{-6}$	0,002		2
Метилмеркаптан	1715				2
Натрия гидроокись (натр едкий, сода кауст.)	0150			0,01	-
Полиэтилен	0406			0,01	2
Пропилен	0521	3,0	3,0		3
Пыль абразивная (корунд белый, монокорунд)	2930			0,04	3
Пыль бумаги	2962			0,1	3
Пыль древесная	2936			0,1	3
Пыль зерновая	2937	0,2	0,03		3
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	2920			0,03	3
Ртуть металлическая	0183		0,0003		1
Сажа	0328	0,15	0,05		3
Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0184	0,001	0,0003		1
Сероводород	0333	0,008			2
Скипидар	2748	2,0	1,0		4
Стирол	0620	0,04	0,002		2
Тетраэтилсвинец	0192			$3 \cdot 10^{-6}$	1
Толуол	0621	0,6	0,6		3
Уайт-спирит	2752			1,0	4
Углерода оксид	0337	5,0	3,0		4
Фенол	1071	0,01	0,003		2
Фурфурол	2425	0,05	0,05		3
Хром 6-валентный (в пересчете на трехокись хрома)	0203	$\frac{0,001}{5}$	0,0015		1
Кислота серная (по молекуле H ₂ SO ₄)	0322	0,3	0,1		2
Кислота азотная (по молекуле HNO ₃)	0302	0,4	0,15		2

Задача 1

В городе А концентрации контролируемых ЗВ: NO₂ - 0,1; SO₂ - 0,03; CO - 3; ТВЧ (твердые частицы) - 0,2; H₂S - 0,01; аммиак - 0,1; керосин - 1,0.

В городе В: NO₂ - 0,09; SO₂ - 0,05; CO - 1,0; ТВЧ (твердые частицы) - 0,05; стирол - 0,01; полиэтилен - 0,03; ксилол - 0,3. Сравните качество атмосферного воздуха в городах.

Пример решения

1 Находим I_i, для веществ в городе А:

$$\text{NO}_2: \left(\frac{0,1}{0,04}\right)^{1,3} = 3,3; \text{SO}_2: \left(\frac{0,03}{0,05}\right)^1 = 0,6; \text{CO}: \left(\frac{3}{3}\right)^{0,9} = 1; \text{ТВЧ}: \left(\frac{0,2}{0,1}\right)^1 = 2; \text{H}_2\text{S}: \left(\frac{0,01}{0,008}\right)^{1,3} = 1,3; \text{NH}_3: \left(\frac{0,1}{0,04}\right)^{0,9} = 2,3; \text{керосин}: \left(\frac{1,0}{1,2}\right)^{0,9} = 0,85.$$

Комплексный ИЗА для города А: $I = \sum_i^5 I_i = 3,3 + 2 + 2,3 + 1,3 + 1 = 9,9.$

В городе В:

$$\text{NO}_2: \left(\frac{0,09}{0,04}\right)^{1,3} = 2,87; \text{SO}_2: \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^1 = 1; \text{CO}: \left(\frac{1}{3}\right)^{0,9} = 0,37;$$

$$\text{ТВЧ}: \left(\frac{0,05}{0,1}\right)^1 = 0,33; \text{стирол}: \left(\frac{0,01}{0,002}\right)^{1,3} = 8,1; \text{полиэтилен}: \left(\frac{0,03}{0,01}\right)^{1,3} = 4,2; \text{ксилол}: \left(\frac{0,3}{0,2}\right)^1 = 1,5.$$

Комплексный ИЗА для города В: $I = \sum_i^5 I_i = 2,87 + 8,1 + 4,2 + 1,5 + 1 = 17,67.$

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

Таблица 4.2 – Варианты заданий к задаче 1

Вариант	Среднегодовая концентрация ЗВ, мг/м ³							
	Город А				Город В			
	NO ₂	SO ₂	ТВЧ	Прочие ЗВ	NO ₂	SO ₂	ТВЧ	Прочие ЗВ
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 железа 0,1; пыль зерновая 0,5; стирол 0,005
2	0,15	0,07	0,1	Кислота азотная 0,2; Cr ⁺⁶ 0,007; сажа 0,06; толуол 0,3	0,06	0,1	0,15	Пыль абразивная 0,1; ТЭС 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 бумажная 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 сланцевая 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 уксусная 0,1; стирол 0,003; пропилен 3,0
6	0,04	0,05	0,15	Толуол 1,8; ТЭС $4 \cdot 10^{-6}$; 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 механическая 0,05; оксид меди 0,003	0,03	0,1	0,12	Аммиак 0,12; ацетон 0,3; пыль зерновая 0,05
8	0,13	0,01	0,1	ТЭС $4,7 \cdot 10^{-6}$; 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 $20 \cdot 10^{-6}$
10	0,09	0,21	0,1	Стирол 0,005; сажа 0,04; HNO ₃ 0,2	0,11	0,06	0,1	Тетраэтилсвинец $3 \cdot 10^{-6}$; свинец 0,0007; пыль бумажная 0,3

Задача 2

К какому классу относится экологическое состояние атмосферы в городе, если среднегодовые концентрации ЗВ SO₂ = 0,04; NO₂ = 0,05; CO = 1,0; ТВЧ = 0,15; фурфурол - 0,07.

Теоретические основы. Классы экологического состояния атмосферы определяют по четырехбалльной шкале, где класс нормы соответствует уровню загрязнения ниже среднего по стране, класс риска равен среднему уровню, класс кризиса выше среднего уровня. Ранжирование экологического состояния атмосферы по классам осуществляется через расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Классы экологического состояния атмосферы

Класс экологического загрязнения атмосферы	I
Норма	<5
Риск	5-8
Кризис	8-15
Бедствие	>15

Пример решения

Находим комплексный индекс загрязнения атмосферы для каждого из веществ:

$$\text{NO}_2: \left(\frac{0,05}{0,04}\right)^{1,3} = 1,34; \text{SO}_2: \left(\frac{0,04}{0,05}\right)^1 = 0,8; \text{CO}: \left(\frac{1}{3}\right)^{0,9} = 0,37;$$

$$\text{ТВЧ}: \left(\frac{0,15}{0,15}\right)^1 = 1; \text{фурфурол}: \left(\frac{0,07}{0,05}\right)^1 = 1,4.$$

Находим суммарный индекс загрязнения атмосферы по пяти веществам и определяем класс экологического состояния атмосферы:

$$I_j = 0,8 + 1,34 + 0,37 + 1 + 1,4 = 4,91 < 5 - \text{норма.}$$

Таблица 4.4 – Варианты заданий к задаче 2

вариант	Среднегодовая концентрация С, мг/м ³											
	SO ₂	NO ₂	ТВЧ	Hg	Фенол	H ₂ S	Фур-фуrol	Cr ⁺⁶	H ₂ SO ₄	HNO ₃	MnO ₂	Ацетон
	K _i =1,0	K _i =1,3	K _i =1,0	K _i =1,7	K _i =1,3	K _i =1,3	K _i =1,0	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	0,000 5					0,2		0,003	0,45
2	0,1	0,19	0,16		0,008			0,002 5		0,15		
3	0,03	0,08	0,17			0,008			0,13			0,40
4	0,04	0,17	0,18	0,000 7				0,003 5		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

Задание 3

Используя данные таблиц 4.5–4.7, подсчитайте суммарный показатель загрязнения почв (Z_c) предложенных участков и профилей. Определите уровни загрязнения почв, результаты представьте в виде таблиц.

Таблица 4.5 – Классы опасности (токсичности) элементов

Класс опасности	Элементы
I	Мышьяк (As), кадмий (Cd), ртуть (Hg), свинец (Pb), цинк (Zn), фтор (F)
II	Бор (B), кобальт (Co), никель (Ni), молибден (Mo), медь (Cu), сурьма (Sb), хром (Cr)
III	Барий (Ba), ванадий (V), вольфрам (W), марганец (Mn), стронций (Sr)

Источник: СанПиН 2.1.7.1287–03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. — М., 2003.

Таблица 4.6 – Результаты рентгенофлюоресцентного анализа проб почвенного покрова, мг/кг

Химический элемент		Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr
Среднее содержание, Сі	Пр. I	152,3	461,1	30,0	32,3	3,7	583,1	88,6	35,0	35,5	209,5
	Пр. II	18,7	91,0	24,7	23,9	2,8	509,9	50,4	24,3	12,2	139,9
	Пр. III	44,8	117,7	24,4	22,5	1,9	422,2	46,2	16,7	15,8	169,6
	Пр. I V	26,3	82,7	32,3	23,5	0,9	491,4	51,6	35,0	12,7	193,1
	Пр. V	30,4	75,0	37,9	23,9	0,9	401,0	52,4	36,7	12,8	129,3
	Пр. VI	31,2	109,1	39,4	28,2	3,5	725,1	60,5	59,1	13,1	166,0
	Пр. VII	133,7	219,6	26,8	22,1	2,7	484,4	46,6	23,4	31,9	155,1
Геохимический фон, Сфон.		14,7	85,8	17,5	22,7	0,3	419,0	50,2	6,4	14,2	128,0

Таблица 4.7 – Уровни загрязнения почвенного покрова по суммарному загрязнению тяжелыми металлами

Уровень загрязнения	Суммарный показатель загрязнения почв (Zс)	Воздействие на здоровье человека
Низкий	8–16	Наиболее низкие показатели заболеваемости детей, частота встречаемости функциональных отклонений минимальна
Средний	16–32	Повышение уровня общей заболеваемости населения
Высокий	32–128	Высокий уровень общей заболеваемости, рост числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Очень высокий	>128	Высокий уровень заболеваемости детей, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Теоретические основы. При санитарно-гигиенической оценке загрязнения почвенного покрова территории применяется показатель Zс — суммарный по-

казатель загрязнения. Z_c представляет собой сумму коэффициентов концентрации (K_c) токсикантов (загрязнителей) I, II и III классов токсикологической опасности (таблица 4.5) по отношению к фоновым значениям. Он рассчитывается по формуле:

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

где K_c — коэффициент концентрации i -го химического элемента,
 n — число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

Коэффициент концентрации химического вещества (K_c) рассчитывается по формуле: $K_c = C_i / C_{фон}$,

где C_i — фактическое содержание элемента; $C_{фон}$ — геохимический фон или предельно допустимая концентрация химического вещества.

Обработка результатов и выводы

Таблица 4.8 – Коэффициент концентрации элементов

Участок	Коэффициенты концентрации элементов, K_c									
	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Mn	Cr	V	As	Sr
Пр. I										
Пр. II										
Пр. III										
Пр. IV										
Пр. V										
Пр. VI										
Пр. VII										

Таблица 4.9 – Показатель и уровень суммарного загрязнения почв

Участок	Суммарный показатель загрязнения, Z_c	Уровень суммарного загрязнения почв
Пр. I		
Пр. II		
Пр. III		
Пр. IV		
Пр. V		
Пр. VI		
Пр. VII		

Задание 4

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

Задание 5

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

Задание 6

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

Задание 7

В результате физико-химического анализа природной воды из природного водоема культурно-бытового назначения получены следующие данные: нефтепродукты – 0,05 мг/л; БПК₅ – 1,08 мг/л; растворенный кислород – 7,52 мг/л; натрий – 99,13 мг/л; железо (общ.) – 0,2 мг/л; марганец – 0,07 мг/л; нитриты – 0,1 мг/л; нитраты 3,55 мг/л. Дать характеристику загрязнения воды.

Теоретические основы

Вычисление ИЗВ проводится по соотношению:

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{6}, \quad (1)$$

где C_i – фактическая концентрация i -го вещества (для БПК₅ и растворенного кислорода в формулу вводятся нормированные величины).

Расчет по БПК₅ и растворенному кислороду проводится на основе специальных норм, которые применяются в зависимости от значений биохимического потребления кислорода или содержания растворенного кислорода в воде.

Нормы по БПК₅ следующие:

норма 1	норма 2	норма 3
более 15 мгО ₂ /л	3-15 мгО ₂ /л	не более 3 мгО ₂ /л

При расчете нормированной величины значение БПК делится на соответствующую норму.

Нормы содержания растворенного кислорода следующие:

норма 6	норма 12	норма 20	норма 30	норма 40	норма 50	норма 60
более 6 мг/л	6-5 мг/л	5-4 мг/л	4-3 мг/л	3-2 мг/л	2-1 мг/л	1-0 мг/л

При расчете нормированной величины норма делится на содержание кислорода.

Необходимо иметь в виду, что ПДК загрязняющего вещества, применяемая в расчете, зависит от назначения водоема (рыбохозяйственного назначения или для нужд населения). В результате вычисления по формуле средней нормированной величины по шести компонентам получаем индекс загрязнения воды (ИЗВ), который в зависимости от численного значения соответствует одному из семи классов загрязнения воды (таблица 4.10).

Таблица 4.10 – Классификация загрязненных пресных и морских вод по индексу загрязнения воды (ИЗВ)

Класс загрязнения	Характеристика загрязнения	Значение ИЗВ	
		Пресные воды	Морские воды
I	Очень чистая вода	< 0,3	< 0,25
II	Чистая вода	0,3-1,0	0,25-0,74
III	Умеренно загрязненная вода	1,0-2,5	0,75-1,24
IV	Загрязненная вода	2,5-4,0	1,25-1,74
V	Грязная вода	4,0-6,0	1,75-3,0
VI	Очень грязная вода	6,0-10,0	3,1-6,0
VII	Чрезвычайно грязная вода	> 10,0	> 6,0

Недостатки использования ИЗВ определяются зависимостью его величины от перечня изученных компонентов – загрязнителей вод.

Пример решения

Определим нормированные к ПДК значения содержания загрязняющих веществ в воде водоема из соотношения $C_i/PДК_i$. ПДК компонентов берем из таблицы 4.11.

Нефтепродукты	$0,05/0,1 = 0,5$
Натрий	$99,13/200 = 0,49$
Железо (общ.)	$0,2/0,3 = 0,66$
Марганец	$0,07/0,1 = 0,7$
Нитриты	$0,1/3,3 = 0,03$
Нитраты	$3,55/45 = 0,08$

Для расчета ИЗВ берем четыре компонента с максимальными нормированными значениями: марганец, железо (общ.), нефтепродукты, натрий.

БПК₅ – 1,08 мг/л, следовательно норма по БПК₅ – 3.

Нормированная величина БПК $1,08/3 = 0,36$.

Содержание растворенного кислорода – 7,52 мг/л, следовательно ему соответствует норма 6.

Нормированная величина растворенного кислорода $6/7,52 = 0,798$.

Рассчитаем индекс загрязнения воды:

$$\text{ИЗВ} = \frac{0,36 + 0,798 + 0,7 + 0,66 + 0,5 + 0,49}{6} = 0,58.$$

Значение ИЗВ лежит в интервале 0,3-1,0 (по таблице 4.10), следовательно вода в водоеме характеризуется как *чистая*, класс загрязнения II.

Таблица 4.11 – Предельно допустимые концентрации вредных химических веществ в воде водных объектов, используемых для нужд населения (ГН 2.1.5.1315-03)

Наименование ингредиента	Лимитирующий показатель вредности (ЛПВ)	ПДК, мг/л	Класс опасности
Нефтепродукты (нефть многосернистая)	Органолептический	0,1	4
Железо (Fe^{2+})	----"----	0,3	3
Медь (Cu^{2+})	----"----	1,0	3
Марганец (Mn^{2+})	----"----	0,1	3
СПАВ (алкилсульфонаты)	----"----	0,5	3
Хром (Cr^{3+})	Санитарно-токсикологический	0,5	3
Фенол	Органолептический	0,001	
Кобальт (Co^{2+})	Санитарно-токсикологический	0,1	2
Никель (Ni^{2+})	----"----	0,02	2
Метанол	----"----	3,0	2
Азот нитратов (NO_3^-)	----"----	45	3
Свинец (Pb^{2+})	----"----	0,01	2
Формальдегид	----"----	0,05	2
Азот аммиака	Органолептический	1,5	4
Цинк (Zn^{2+})	Общесанитарный	1,0	3
Молибден	Санитарно-токсикологический	0,25	2
Мышьяк	----"----	0,01	1
Натрий	----"----	200	2
Азот нитритов (NO_2^-)	----"----	3,3	2
Пероксид водорода	----"----	0,1	2
Ртуть	----"----	0,0005	1
Кадмий	----"----	0,001	2
Сульфаты	Органолептический	500	4
Хлориды	----"----	350	4

Задание 8

Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
Взвешенные вещества	11,3
Нефтепродукты	0,03
БПК ₅	3,1
Растворенный кислород	3,6
Молибден	0,0025
Хром	0,003
Железо (общ.)	0,16
Азот аммиака	0,27

Дать характеристику загрязнения воды.

Задание 9

Химический анализ воды из водоема хозяйственно-питьевого назначения показал следующее:

Наименование показателей	Значение показателей, мг/л
Взвешенные вещества	9,8
Нефтепродукты	0,09
БПК ₅	2,5
Растворенный кислород	8,7
Медь	0,002
Цинк	0,05
Свинец	0,0005
Хлориды	113,68
сульфаты	188,16

Дать характеристику загрязнения воды.

Задание 10

Сельский населенный пункт численностью 750 человек не имеет водопровода. Для питья и хозяйственных нужд используют воду из шахтного и трубчатого колодцев. В селе имеется животноводческая молочная ферма и в частном пользовании отдельных хозяйств — коровы, овцы, козы и птица. Твердый мусор не вывозится, а утилизируется сжиганием на месте, также либо используются выгребные ямы. Результаты анализа воды из колодцев представлены в таблице 4.12. Дайте гигиеническое заключение по приведенной ситуации, оценив качество воды двух колодцев: шахтного и трубчатого. Отвечает ли вода

требованиям СанПин 2.1.4.1074 – 01, прежде всего по эпидемическим показателям? Какие методы обеззараживания воды могут быть применены?

Таблица 4.12 – Анализ воды из колодцев

Показатель	Единица	Вид колодца	
		шахтный	трубчатый
Запах	Баллы	Нет	Нет
Привкус	Баллы	Нет	Нет
Цветность	Град	Более 30	Более 30
Мутность	мг/л	1,3	0,5
Окисляемость (перманганатная)	мг O ₂ /л	5,2	2,8
Жесткость	мг-экв/л	6,2	8,2
Сухой остаток	мг/л	480	62
Сульфаты	мг/л	210	280
Хлориды	мг/л	198	115
Железо	мг/л	0,4	1,2
Фториды	мг/л	1,2	2,0
Аммиак	мг/л	0,02	Нет
Нитраты (NO ₃)	мг/л	48	28
Микробное число	Число колоний	360	86
БГПК	Число в	18	6

Задание 11

На основе изучения раздаточного материала, содержащего информацию об основных химических веществах, которые по оценке Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) представляют наибольшее беспокойство с точки зрения воздействия на здоровье людей и состояние окружающей среды, заполнить представленную таблицу 4.12. Привести известные примеры воздействия на организм человека, растений, животных.

Таблица 4.12 – Токсичные химические вещества

Вещества	Источники поступления в окружающую среду	Нормирование	Влияние на здоровье
Свинец (Pb)			
Ртуть (Hg)			
Кадмий (Cd)			
Мышьяк (As)			
Никель (Ni)			
Диоксины			

Полихлорированные бифенилы (ПХБ)			
Бенз(а)пирен			

Лабораторная № 5

Тема: Производственно-хозяйственные нормативы

Цель: научиться осуществлять расчет платежей за нормативный и сверхнормативный выброс загрязняющих веществ.

Задание 1

Выбросы предприятия оборонного промышленного комплекса (ОПК), расположенного в Московской области, фактически составили: по диоксиду серы – 15 т/год; по диоксиду азота – 8 т/год; по летучей золе – 36 т/год; по бенз(а)пирену – 1,5 кг/год. Предприятию установлены ПДВ по диоксиду серы – 10 т/год; по диоксиду азота – 5 т/год; по летучей золе – 45 т/год; по бенз(а)пирену – 1 кг/год. Превышение предельно допустимых величин является временно согласованным нормативом для указанного предприятия. Определить платежи по каждому загрязнителю отдельно и общую плату за негативное воздействие на окружающую природную среду.

Теоретические основы

Плата за негативное воздействие на окружающую среду выбросами от энергетических установок подразделяется на:

- плату за допустимые выбросы;
- плату за выбросы, превышающие допустимые;

Плата за выбросы загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов (ПДВ), исчисляется по формуле:

$$P_{\text{Н}}^{\text{атм.}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{Н}i}^{\text{атм.}} \cdot M_i^{\text{атм.}} \quad 0 < M_i^{\text{атм.}} \leq M_{\text{Н}i}^{\text{атм.}}, \quad (1)$$

где $M_i^{\text{атм.}}$ – фактический выброс i -го загрязняющего вещества, т;

$M_{\text{Н}i}^{\text{атм.}}$ – предельно допустимый выброс i -го загрязняющего вещества, т;

$C_{\text{Н}i}^{\text{атм.}}$ – ставка платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах допустимого выброса (ПДВ), руб., соответствующая – $N_{\text{БН}i}^{\text{атм.}}$ (таблица 5.1) базовому нормативу платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДВ.

Таблица 5.1 – Нормативы платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

Наименование загрязняющих веществ	Норматив платы за выброс 1 тонны вещества, руб.	
	в пределах ПДВ, Нбн _і	в пределах установ- ленных лимитов, Нбл _і
Аммиак NH ₃	52	260
Бенз(а)пирен	2049801	10249005

Продолжение таблицы 5.1

Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	1,2	6,0
Бензол	21	105
Диоксид азота NO ₂	52	260
Диоксид серы* SO ₂	21	105
Летучая зола* -углей Подмосковского, Кузнецкого и Экибастузского бассейнов -прочих углей	7 103	35 515
Мазутная зола в пересчете на ванадий M _V ≈ 0,5 · M _{ЛЗ} *	1025	5125
Оксид углерода (CO)	0,6	3
Сажа без примесей	41	205
Сероводород (H ₂ S)	257	1285
Фенол	683	3415
Фтороводород (HF)	410	2050

Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов (BCB):

$$P_{Л}^{атм.} = \sum_{i=1}^n C_{Лі}^{атм.} \cdot (M_i^{атм.} - M_{Ні}^{атм.}) \text{ при } M_{Ні}^{атм.} < M_i^{атм.} \leq M_{Лі}^{атм.}, \quad (2)$$

где $M_i^{атм.}$ – фактический выброс i -того загрязняющего вещества, т;

$M_{Ні}^{атм.}$ – предельно допустимый выброс i -того загрязняющего вещества, т;

$M_{Лі}^{атм.}$ – выброс загрязняющих веществ в пределах установленного лимита, т;

$C_{Лі}^{атм.}$ – ставка платы за выбросы 1 тонны i -того загрязняющего вещества в пределах установленных лимитов, в рублях, причем

$$C_{Лі}^{атм.} = 5 \cdot N_{БНі}^{атм.}.$$

Плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ в атмосферу:

$$P_{СЛ}^{атм.} = \sum_{i=1}^n C_{СЛі}^{атм.} \cdot (M_i^{атм.} - M_{Лі}^{атм.}) \text{ при } M_i^{атм.} > M_{Лі}^{атм.}, \quad (3)$$

где $C_{СЛі}^{атм.}$ – ставка платы за выбросы 1 тонны i -того загрязняющего вещества сверх установленных лимитов, в рублях, при соотношении $C_{СЛі}^{атм.} = 5 \cdot 5 \cdot N_{БНі}^{атм.}$.

Плата за загрязнение атмосферного воздуха отдельно взятым веществом может быть представлена в следующем виде:

$$P^{атм.} = (C_H^{атм.} \cdot M_H^{атм.} + C_L^{атм.} \cdot (M_L^{атм.} - M_H^{атм.})). K_{\text{Э}}^{атм.} \cdot K_{И} . \quad (4)$$

Общая плата за загрязнение атмосферного воздуха определяется по формуле:

$$P_{\text{общ.}}^{атм.} = (P_H^{атм.} + P_L^{атм.} + P_{СЛ}^{атм.}) \cdot K_{\text{Э}}^{атм.} \cdot K_{И} , \quad (5)$$

где $K_{\text{Э}}^{атм.}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы в рассматриваемом регионе (таблица 5.2);

$K_{И}$ – коэффициент индексации платы (коэффициент индексации платы в 2010 году составляет 1,79 к уровню 2003 г. и 1,46 – к уровню 2005 г.; для диоксида серы установлен понижающий коэффициент – 1,21).

Помимо основных коэффициентов при учете платежей вводится дополнительный коэффициент 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов и дополнительный коэффициент 2 для особо охраняемых природных территорий, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, а также для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, Байкальской природной территории и зон экологического бедствия.

Таблица 5.2 – Коэффициенты экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха и почвы по территориям экономических районов РФ

Экономические районы РФ	Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости атмосферы	
	атмосферный воздух [*]	почвы ^{**}
Северный	1,4	1,4
Северо-Западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-Вятский	1,1	1,5
Центрально-Черноземный	1,5	2,0
Поволжский	1,9	1,9
Северо-Кавказский	1,6	1,9
Уральский	2,0	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1,0	1,1
Калининградская область	1,5	1,3

^{*} Применяется с дополнительным коэффициентом 1,2 при выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов.

^{**} Применяется при взимании платы за размещение отходов.

Пример решения

Воспользуемся формулой (4):

$$P^{атм.} = (C_{H}^{атм.} \cdot M_{H}^{атм.} + C_{Л}^{атм.} \cdot (M_{Л}^{атм.} - M_{H}^{атм.})) \cdot K_{Э}^{атм.} \cdot K_{H}$$

$$P(SO_2) = (21 \cdot 10 + 5 \cdot 105) \cdot 1,9 \cdot 1,21 = 1689,77 \text{ руб.}$$

$$P(NO_2) = (52 \cdot 5 + 3 \cdot 260) \cdot 1,9 \cdot 1,79 = 3537,04 \text{ руб.}$$

$$P(\text{л.з.}) = 36 \cdot 103 \cdot 1,9 \cdot 1,46 = 10285,99 \text{ руб.}$$

$$P \text{ б(а)п} = (2049801 \cdot 0,001 + 10249005 \cdot 0,005) \cdot 1,9 \cdot 1,46 = 147839,85 \text{ руб.}$$

$$P \text{ общ.} = 1689,77 + 3537,04 + 10285,99 + 147839,85 = 163352,65 \text{ руб.}$$

Задание 2

Выбросы Новочеркасской ГРЭС (НчГРЭС) по оксиду серы SO_2 в среднем составляют 70 000 т/год. Определите плату за выброс из предположения, что выбросы не превышают размеров ПДВ.

Задание 3

Выбросы предприятия фактически составили:

по диоксиду серы – 35 т/год; по диоксиду азота – 38 т/год; по летучей золе – 106 т/год; по аммиаку – 0,8 кг/год. Предприятию установлены ПДВ по диоксиду серы – 15 т/год; по диоксиду азота – 25 т/год; по летучей золе – 59 т/год; по аммиаку – 0,1 кг/год. Определить платежи по каждому загрязнителю отдельно и общую плату за негативное воздействие на ОПС.

Задание 4

Выбросы предприятия фактически составили:

по диоксиду серы – 23 т/год; по диоксиду азота – 7 т/год; по летучей золе – 69 т/год; по оксиду углерода – 89 т/год. Предприятию установлены ПДВ по диоксиду серы – 8 т/год; по диоксиду азота – 4 т/год; по летучей золе – 45 т/год; по оксиду углерода – 18 т/год. Определить платежи по каждому загрязнителю отдельно и общую плату за негативное воздействие на ОПС.

Лабораторная № 6

Тема: Экосистемное нормирование

Цель: выявить основные проблемы устойчивости в экосистемном нормировании. Научиться определять рекреационную нагрузку на экосистему. Рассмотреть подходы к установлению предельно допустимых антропогенных нагрузок.

Задание 1

Сосняки–брусничники, черничники и сложные. Коэффициенты соотношения среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки для этих типов леса равны соответственно 2,2, 1,0 и 1,2. Продолжительность учетного периода 1 год. Определите суммарную годовую рекреационную нагрузку.

Задание 2

Среднее многолетнее количество нерабочих и рабочих дней с комфортной и дискомфортной погодой соответственно 52, 53, 129, 131, среднее за учетный период единовременное количество отдыхающих в эти дни соответственно 4,68, 1,1.7, 1,04 и 0,26 чел./га. Продолжительность сезона отдыха 900 дней. Определите допустимую среднесезонную единовременную рекреационную нагрузку.

Задание 3

Горные леса Кавказа, тип леса – свежая бучина, свежая дубово-грабовая суббучина и влажная буково-пихтовая рамень. Моделирование нагрузки осуществлялось на площади в 1 м². Время, затраченное на моделирование, в упомянутых типах леса соответственно 8, 160 и 80 с. Площадь, выделяемая для рекреационного пользования, определяется делением 1000 на продолжительность цикла получения жизнеспособного подроста (соответственно 12, 5 и 13 лет). Определите суммарную годовую допустимую единовременную рекреационную нагрузку при проведении экскурсий и единовременное количество отдыхающих на 1 га в среднем за учетный период (8760 ч).

Теоретические основы. Определите допустимую рекреационную нагрузку на лес, используя следующие формулы:

$$i_r = P_r \times T,$$

где i_r – суммарная годовая рекреационная нагрузка, чел./га;

P_r – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га;

T – продолжительность учетного периода при определении рекреационной нагрузки (8760 ч).

$$P_{сд} = 8760 \times P_{гд} / T_c,$$

где $P_{сд}$ – допустимая среднесезонная единовременная рекреационная нагрузка, чел./га;

$P_{гд}$ – среднегодовая допустимая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га;

T_c – продолжительность сезона отдыха, ч.

$$P_{гд} = \sum_i^T P_n f_n / 365,$$

где $P_{гд}$ – среднегодовая единовременная рекреационная нагрузка, чел./га;

P_n – средние за учетный период единовременные нагрузки в разные сезоны года в рабочие и нерабочие дни с комфортной и дискомфортной погодой в различные сезоны года, чел./га;

f_n – среднее многолетнее количество нерабочих и рабочих дней с комфортной и дискомфортной погодой в разные сезоны года, дни.

$$i_{гд} = T_m \times P_d \times 365,$$

где $i_{гд}$ – суммарная годовая допустимая рекреационная нагрузка, чел./га в год;

T_m – время, затраченное на моделирование рекреационной нагрузки, вызвавшей появление пороговых значений коэффициента поверхностного стока, ч/м²;

P_d – площадь насаждения, выделяемого для рекреационного пользования, м².

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Воробейчик Е. Л., Садыков О. Ф., Фарафонов М. Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). – Екатеринбург : Наука, 1994. – 280 с.
- 2 Дровозова Т. И., Манжина С. А., Хорунжий Б. И., Денисов В. В. Практикум по экологическому нормированию и оценке воздействия на окружающую среду. – Новочеркасск : ФГБОУ ВПО НГМА (НИМИ), 2011. – 100 с.
- 3 Иванников Д. А., Фомичев Е. Н. Основы метрологии и организации метрологического контроля : учебное пособие. — Нижний Новгород : Нижегородский гос. техн. ун-т, 2001. — 116 с.
- 4 Касьяненко А. А. Современные методы оценки рисков в экологии : учебное пособие. – М. : Изд-во РУДН, 2008. – 271 с.
- 5 Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве / Б. А. Ревич, Ю. Е. Саег, Р. С. Смирнова. — М. : ИМГРЭ, 1990.
- 6 Опекунов А. Ю. Экологическое нормирование и оценка воздействия на окружающую среду : учебное пособие. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2006. – 261 с.
- 7 Об охране окружающей среды : Федер. закон от 10.01.2002, №7-ФЗ.
- 8 Сорокин Ю. П. Природопользование : практикум. – СПб. : Санкт-Петербургский гос. горный ин-т (техн. ун-т), 2007. – 91 с.
- 9 СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. – М., 2003.
- 10 СанПиН 2.1.7.1287–03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. — М., 2003.

Федорова Татьяна Александровна

НОРМИРОВАНИЕ И СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания
К ПРОВЕДЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 05.03.06 «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ»

Редактор Г. В. Меньщикова

Подписано в печать 01.03.17	Формат 60x84 1/16	Бумага 65 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,75	Уч.-изд. л. 1,75
Заказ №25	Тираж 25	Не для продажи

Библиотечно-издательский центр Курганского государственного университета.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.