



ГЕОЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Кызыл
2018

ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет»
Естественно-географический факультет
Кафедра географии и туризма

ГЕОЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие

Кызыл
2018

УДК 502.7 (075.8)
ББК 26 я73+20.1
Г36

Печатается по решению Учебно-методического Совета
Тувинского государственного университета

Г36 Геоэкология городской среды: учебно-методическое пособие для студентов очной и заочной форм обучения / сост. И.Д. Кара-Сал, О.М. Кызыл. – Кызыл: Изд-во ТувГУ. – 2018. – 59 с.

Приведенное учебно-методическое пособие содержит задачи для выполнения практических и самостоятельных работ, вопросы для контрольных работ, к зачету, тестовые задания и список рекомендованной литературы по изучению курса «Геоэкология городской среды».

УДК 502.7 (075.8)
ББК 26 я73+20.1

Рецензенты:

А.С. Кысыдак, к. т. н.,
зав. кафедры «Общеинженерные дисциплины» ТувГУ;
В.В. Суге-Маадыр, начальник отдела государственного экологического
надзора Министерства природных ресурсов и экологии Республики
Тыва.

©Тувинский государственный
университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Практическая работа №1. Расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере и предельно допустимых выбросов от одиночных стационарных источников загрязнения атмосферы. 6	
2. Практическая работа №2. Расчет токсичных выбросов в атмосферу при эксплуатации автомобилей	16
3. Практическая работа №3. Расчет и оценка уровня загрязнения почв вдоль автодорог	23
4. Практическая работа №4. Расчеты платы за загрязнение окружающей природной среды.....	28
5. Практическая работа №5. Твердые бытовые отходы.....	38
ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, К ЗАЧЕТУ И ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ	42
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	57
ПРИЛОЖЕНИЕ	58

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с учебным планом направления подготовки 05.03.02 География изучение дисциплины «Геоэкология городской среды» проводится в течение одного семестра на старших курсах.

По данной дисциплине учебная программа бакалавриата состоит из следующих этапов: изучение теоретической части дисциплины, выполнение практических, самостоятельных, контрольных работ и сдача зачета.

Теоретическая часть дисциплины изучается по лекционным материалам и учебникам. Изучить курс следует в последовательности, указанной в данном пособии, по учебникам, конспектам лекций, нормативной и специальной литературе, которые приведены в конце учебно-методического пособия.

Целью освоения дисциплины «Геоэкология городской среды» является: овладение комплексом знаний, необходимых для обоснованного выбора путей, средств и методов формирования благоприятной и экологически безопасной городской среды.

Задачи дисциплины:

–изучить основы взаимодействия человека и окружающей среды, научные основы гигиенического нормирования вредных факторов;

– освоить методы установления причинно-следственных связей между состоянием среды обитания и здоровьем населения;

– изучить методы контроля качества питьевой воды, атмосферного воздуха, воды водоемов и почвы.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

Знать:

- особенности городской среды как экосистемы;
- методы охраны и регулирования качества среды города;
- экологические проблемы современного города: атмосферные выбросы, городские сточные воды, твердые и концентрированные отходы, энергопотребление и т.д.

Уметь:

- выбирать методы и приборы для контроля за качеством среды обитания;
- проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий на население и окружающую среду, оценивать их соответствие нормативным требованиям;
- проводить урбоэкологический мониторинг конкретного участка городской среды обрабатывать и наглядно представлять полученные результаты.

Владеть:

- методами (методологиями) проведения научно-исследовательских работ;
- действующими стандартами, нормами, методологией и культурой мышления, позволяющими перерабатывать и подготавливать материалы по результатам исследований к опубликованию в печати, а также в виде обзоров, рефератов, отчетов, докладов и лекций;
- методами организации и проведения комплекса мероприятий по оздоровлению городской среды и горожан;
- методами слежения и оценки состояния городской среды (урбоэкологического мониторинга).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Расчеты рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере и предельно допустимых выбросов от одиночных стационарных источников загрязнения атмосферы

Методика расчета

Этап 1. Расчет массы выбросов плавильного агрегата литейного производства

Расчет выбросов i -го вещества при работе с плавильного агрегата производится по формуле:

$$M_i = q_i D \beta (1 - \eta) \text{ кг/ч}, \quad (1)$$

где: q – удельное выделение вещества на единицу продукции, кг/т;

D – расчетная производительность агрегата, т/ч;

β – поправочный коэффициент для учета условий плавки;

η – эффективность пылеочистки или газоочистки.

Принимаем условно, в долях единицы.

Решение: пример варианта № 3

$$M_{\text{мп}} = 11,5 \cdot 10 \cdot 1,1(1 - 0,9) = 12,65 \text{ кг/ч} = 3,514 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{фенол}} = 0,034 \cdot 10 \cdot 1,1(1 - 0,9) = 0,0374 \text{ кг/ч} = 0,0104 \text{ г/с};$$

$$M_{\text{ксилол}} = 0,4 \cdot 10 \cdot 1,1(1 - 0,9) = 0,44 \text{ кг/ч} = 0,122 \text{ г/с}.$$

Этап 2. Определение приземной концентрации загрязняющих веществ

В отходящих дымовых газах литейного производства по каждому загрязняющему веществу определяем максимальную приземную концентрацию.

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества $C_{\text{мi}}$ (мг/м³) при выбросе газозвдушной смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условий на расстоянии $X_{\text{м}}$ (м) от источника [5] и определяется по формуле:

$$C_{\text{м}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (2)$$

где: A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m , n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выбросов;

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси и температурой окружающего атмосферного воздуха, °C;

V_1 – расход газовой смеси, м³/с, определяется по формуле:

$$V_1 = ((\pi \cdot D^2) / 4) \cdot W_0, \quad (3)$$

где: D – диаметр устья источника выброса, м;

W_0 – средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с;

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается по табл. 1.

Таблица 1

Значение коэффициента A , зависящий от температурной стратификации атмосферы

Географические районы	A
Районы Средней Азии южнее 40° с.ш., Бурятия и Читинской области	
Европейская территория: для районов СНГ южнее 50° с.ш., для остальных районов нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории; для Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии	200

Европейская территория и Урал от 50 до 52° с.ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины	180
Европейская территория и Урал севернее 52° с.ш., а также Украины	160
Московская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская, Ивановская области	140

Значение безразмерного коэффициента F принимается:

-для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (туманы, дымы и т.п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю, $F=1$;

-для остальных аэрозолей (пыль, зола) при степени очистки газов в пылеуловителе не менее 90 % - $F=2$; от 75 до 90 % - $F=2,5$; менее 75 % и при отсутствии очистки – $F=3$.

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , v_m , v_m^1 , f_e :

$$f = 1000(W_0^2 \cdot D) / H^2 \Delta T, \quad v_m = \frac{0,653 \sqrt{V_1 \Delta T}}{H} \quad (4)$$

-для холодных выбросов – $\Delta T=0$:

$$f_e = 800(v_m^1)^3 \quad v_m^1 = (1,3 \cdot W_0 \cdot D) / H \quad (5)$$

Коэффициент m определяется по формулам:

при $f < 100$:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}; \quad (6)$$

при $f \geq 100$:

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}}; \quad (7)$$

при $f_e < f < 100$: принимают $f = f_e$.

Коэффициент n при $f \leq 100$ определяется в зависимости от v_m по формулам:

$$\begin{aligned} n &= 1 & \text{при } v_m \geq 2; \\ n &= 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 & \text{при } 0,5 \leq v_m < 2; \\ n &= 4,4 \cdot v_m & \text{при } v_m < 0,5. \end{aligned} \quad (8)$$

Решение:

$$V_1 = 3,14 \cdot 0,65^2 \cdot 5,3 / 4 = 1,7578 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$U_m = 0,65 \sqrt[3]{(V_1 \Delta T)} / H = 0,65 \sqrt[3]{(1,7578 \cdot 11)} / 19,5 = 0,895$$

т.к. $0,5 \leq U_m < 2$, то

$$f = 1000 (W_o^2 D) / (H^2 \Delta T) = 1000 \cdot 5,3^2 \cdot 0,65 / (19,5^2 \cdot 11) = 4,365 < 100$$

$$m = 1 / (0,67 + 0,1 \sqrt{f} + 0,34$$

$$\sqrt[3]{f}) = 1 / (0,67 + 0,1 \sqrt{4,365} + 0,34 \sqrt[3]{4,365}) = 0,697$$

$$n = 0,532 U_m^2 - 2,13 U_m + 3,13 = 0,532 \cdot 0,895^2 - 2,13 \cdot 0,895 + 3,13 = 1,65$$

$$C_{\text{Ммп}} = \frac{180 \cdot 3,514 \cdot 2,5 \cdot 0,697 \cdot 1,65 \cdot 3}{19,5^2 \sqrt[3]{1,7578 \cdot 11}} = 5,345$$

$$C_{\text{Мфенол}} = \frac{180 \cdot 0,0104 \cdot 2,5 \cdot 0,697 \cdot 1,65 \cdot 3}{19,5^2 \sqrt[3]{1,7578 \cdot 11}} = 0,0152$$

$$C_{\text{Мксилол}} = \frac{180 \cdot 0,122 \cdot 2,5 \cdot 0,697 \cdot 1,65 \cdot 3}{19,5^2 \sqrt[3]{1,7578 \cdot 11}} = 0,186$$

Этап 3. Определение ПДВ.

Значение ПДВ (г/с для i-го вещества, выбрасываемого одиночным источником с круглым устьем при фоновой концентрации) $C_{\phi} < \text{ПДК}[3,5]$:

$$\text{ПДВ}_i = [((\text{ПДК}_i - C_{\phi i}) \cdot H^2) | A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta | \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}] ? \quad (8)$$

где: $C_{\phi i}$ – фоновая концентрация рассматриваемого вещества, мг/м³. Устанавливается службой экологического мониторинга по результатам многолетних измерений концентраций примесей в атмосферном воздухе. При отсутствии таких данных принимается обычно – $C_{\phi i} = 0,1 \cdot \text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ (см. прил.1, табл. 1).

Решение:

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

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

$$\text{ПДК}_{\text{ксилол}} = 0,2 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{ПДК}_{\text{мп}} = (0,01 - 0,1 \cdot 0,01) 19,5^2 \cdot$$

$$\sqrt[3]{(1,7578 \cdot 11)} / (180 \cdot 2,5 \cdot 0,697 \cdot 1,65 \cdot 3) = 0,0059 \text{ г/с}$$

$$\text{ПДК}_{\text{фенол}} = (0,01 - 0,1 \cdot 0,01) 19,5^2 \cdot \\ \sqrt[3]{(1,7578 \cdot 11 / (180 \cdot 2,5 \cdot 0,697 \cdot 1,65 \cdot 3))} = 0,0059 \text{ г / с}$$

$$\text{ПДК}_{\text{ксилол}} = (0,01 - 0,1 \cdot 0,01) 19,5^2 \cdot \\ \sqrt[3]{(1,7578 \cdot 11 / (180 \cdot 2,5 \cdot 0,697 \cdot 1,65 \cdot 3))} = 0,118 \text{ г / с}$$

Этап 4. Определение санитарно-защитной зоны

Для уменьшения концентрации вредных веществ на прилегающей к промышленному предприятию территории устраивают санитарно-защитные зоны (С.З.З.).

Размеры нормативной С.З.З. до границы жилой застройки устанавливают в зависимости от мощности предприятия, особенностей технологического процесса производства, характера и количества выделяемых в атмосферу вредных веществ и с неприятным запахом веществ.

В соответствии с санитарной классификацией промышленных предприятий размеры санитарно-защитных зон устанавливаются в зависимости от класса опасности предприятия (СанПиН 2.2.1/2.1.1 567-9) «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» [4, 10, 11], табл. 2.

Таблица 2

Класс опасности предприятия

Класс опасности предприятия	Размеры защитной зоны, м
1	1000
2	500
3	300
4	100
5	50

Указанные в таблице 2 размеры С.З.З. являются минимальными. Если в результате расчета рассеивания примесей получены большие размеры С.З.З., то принимаются расчетные размеры. Если в результате расчета рассеивания примесей получены размеры С.З.З. меньше указанных в таблице 2, то принимаются табличные значения, так как выброс вредных веществ может являться не единственным видом вредного воздействия предприятия на окружающую среду. Минимальные

размеры С.3.3. установлены исходя из условия снижения на ее границе концентрации вредных веществ до ПДК, а уровней шума, вибрации, инфразвука, электромагнитных полей, электростатического электричества – ПДУ[2].

Последовательность расчета С.3.3. литейного производства:

Определяем X_m (м) от источника выбросов, при котором достигается максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m для каждого загрязнителя.

Расстояние X_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C_m (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения, [5, 6] определяется по формуле:

$$X_m = [(5-F) \cdot d \cdot H] / 4, \quad (9)$$

где: d – безразмерный коэффициент

при $f < 100$:

$$d = 2,48(1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m < 0,5;$$

$$d = 4,95 v_m \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 \leq v_m \leq 2; \quad (10)$$

$$d = 7 \sqrt{v_m} (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \text{ при } v_m > 2.$$

при $f \geq 100$:

$$d = 5,7 \text{ при } v_m^1 \leq 0,5;$$

$$d = 11,4 v_m^1 \text{ при } 0,5 < v_m^1 \leq 2; \quad (11)$$

$$d = 16 \sqrt{v_m^1} \text{ при } v_m^1 > 2$$

Решение:

Т.к. $f = 4,4 < 100$; $0,5 < U_m < 2$; $F = 2,5$, тогда

$$d = 4,95 \cdot 0,895 (1 + 0,28 \sqrt[3]{4,365}) = 6,46$$

$$X_{Mnp} = X_{M\text{фенол}} = X_{M\text{ксилол}} = (5,25 - 2,5) 6,46 \cdot 19,5 / 4 = 78,7 \text{ (м)}$$

Определяем расстояние X_n от источника в расчетном направлении для каждого загрязнителя. Для построения графика нужно воспользоваться табл. 5.

Распределение концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха по оси факела на различных расстояниях X от источника выброса находят по формуле:

$$C_x = S_1 \cdot C_m, \quad (12)$$

Безразмерная величина S_1 зависит от отношения X/X_m (рис. 1). При $X/X_m > 8$ она зависит от скорости оседания взвешенных частиц выбросов.

Для каждого загрязняющего вещества строить график распределения концентраций вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выбросов (рис. 2).

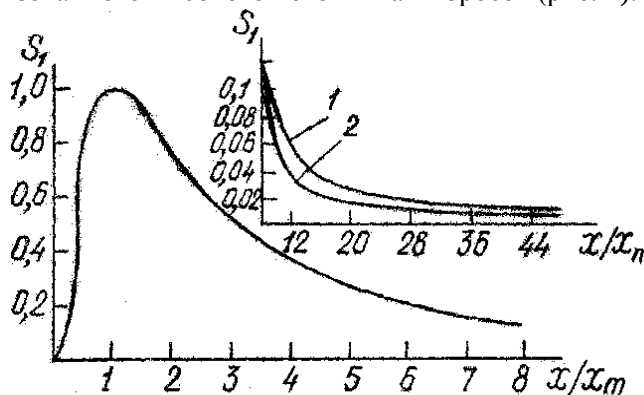


Рис. 1. Зависимость безразмерной величины S_1 от X/X_m
1 – для аэрозолей; 2 – для газообразных выбросов

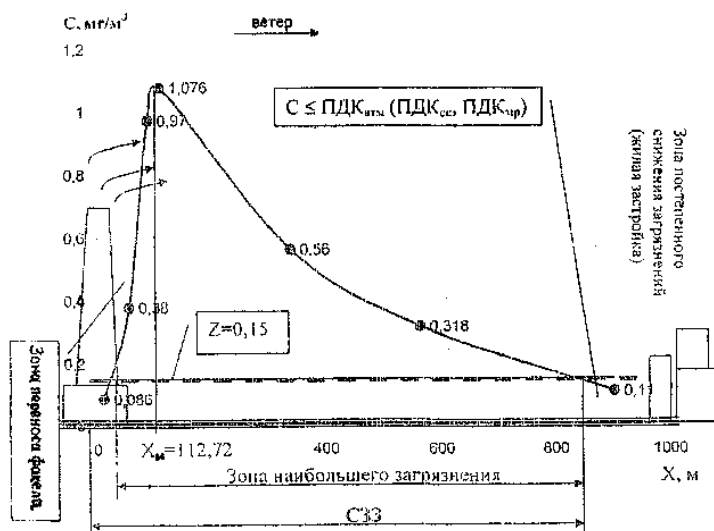


Рис. 2. График распределения концентраций вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выбросов

При построении графика не учитываем выход загрязняющих веществ другими путями (через окна, фонари, фрамуги, не плотности строительных конструкций зданий), поэтому принимаем приземную концентрацию в точке $X=0$ равной нулю.

По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить 3 зоны загрязнения атмосферы: переброс факела выбросов, характеризующихся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; задымление с максимальным содержанием вредных веществ и постепенное снижение уровня загрязнения.

Решение:

$$C_{\text{Ммп}} = 5,345;$$

$$C_{\text{Мфенол}} = 0,00152 ;$$

$$C_{\text{Мксилол}} = 0,186 \text{ (мг/м}^3\text{)}.$$

Этап 5. Определение категории опасности предприятия

В зависимости от массы и видового состава выбросов в атмосферу определяют категорию опасности предприятия (КОП):

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n [M_{i\Sigma} / \text{ПДК}_{\text{cci}}]^{a_i}, \quad (13)$$

где: $M_{i\Sigma}$ - масса i -го вещества в выбросе, т/год;

$$M_{i\Sigma} = \sum_{i=1}^n M_i \cdot T, \quad (14)$$

где: T – годовое количество часов работы оборудования, ч; (количество смен в году - 320, с учетом круглосуточной работы плавильного агрегата принимаем $T = 7680$ ч);

ПДК_{cci} – среднесуточная ПДК i -го вещества;

n – количество загрязняющих веществ;

a_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью диоксида азота (табл. 3).

Таблица 3

Значение класса опасности загрязняющих веществ

Класс	1	2	3	4
a_i	1,7	1,3	1,0	0,9

В зависимости от величины КОП предприятия подразделяют на следующие категории опасности (табл. 4).

Таблица 4

Значение категории опасности предприятий

Категория	Значения КОП
1	$>10^6$
2	10^4-10^6
3	10^3-10^4
4	$<10^3$

Решение:

$$M_{\text{мп}\Sigma} = 12,65 \cdot 7680 \cdot 10^{-3} = 97,152 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{фенол}\Sigma} = 0,00374 \cdot 7680 \cdot 10^{-3} = 0,0287 \text{ т/год};$$

$$M_{\text{ксилол}\Sigma} = 0,44 \cdot 7680 \cdot 10^{-3} = 3,3792 \text{ т/год}.$$

$$\text{КОП} = (97,152/0,001)^{1,3} + (0,0287/0,003)^{1,3} + (3,3792/0,2)^1 = 3045736,755$$

Задание на расчет

Задание 1. Рассчитать массу выбросов загрязняющих веществ плавильного агрегата литейного цеха. Определить концентрацию вредных веществ в приземном слое воздуха от организованного источника выбросов промышленного предприятия. Установить ПДВ, размеры С.3.3. Определить класс опасности данного предприятия. По результатам расчетов дать заключение. Исходные данные представлены в табл. 5, 6, 7, 8.

Построение графика распределения концентраций вредных веществ в атмосфере от организованного высокого источника выбросов [1].

Таблица 5

*Сводная таблица расчетов приземной концентрации
загрязняющих веществ для построения графика*

Номера точек (X_n)	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Абсцисса точек	$0,1X_m$ 7,87	$0,5X_m$ 39,35	$0,8X_m$ 62,96	$3X_m$ 236,1	$5X_m$ 393,5	$8X_m$ 629,6
X_n / X_m	0,1	0,5	0,8	3	5	8
S_i	0,08	0,35	0,90	0,52	0,30	0,10
C_{Mn}	0,4276	1,9	4,8	2,7	1,6	0,5
$C_{\text{фенол}}$	0,0012	0,0053	0,0137	0,0079	0,0045	0,0015
$C_{\text{ксилол}}$	0,015	0,065	0,167	0,097	0,0558	0,0186

Таблица 6

*Значения поправочного коэффициента,
учитывающего условия плавки, β*

Условия плавки	Чугун	Сталь
Кислый процесс	1,0	1,0
Основной процесс	0,65	0,8
Применение кислорода	1,1	1,15
Плавка легированной стали	-	0,85
Предварительный нагрев шихты	1,22	-

Таблица 7

*Исходные данные и удельное выделение вещества q_i
на единицу продукции, кг/т*

№ вар.	Производительность печи, Д/т/ч	Эффективность пылеочистки, η	Эффективность газоочистки, η	Взвешенные вещества	Углерода окись	Азота окись	Марганец	Аммиак	Водородхлористый	Фенол	Ксилол
1	15	0,78	0,74	12,4	185	-	-	-	-	-	0,5
2	12	0,8	0,9	-	184	-	-	29,8	0,55	-	-
3	10	0,9	0,8	-	-	-	11,5	-	-	0,034	0,4
4	24	0,84	0,84	30	185	-	-	-	-	-	2,4
5	26	0,78	0,83	-	299	0,024	-	-	-	3,4	-
6	4	0,79	0,6	-	-	0,022	-	-	3,33	3,1	-
7	7	0,85	0,75	19	175	-	-	-	-	-	2,5

8	23	0,75	0,85	5,6	3,2	0,35	-	-	-	-	-
9	8	0,8	0,86	0,55	0,21	-	-	2,3	-	-	-
10	7	0,8	0,87	3,01	-	0,07	-	-	-	0,003	-

Таблица 8

Исходные данные, для определения границы санитарно-защитной зоны и категории промышленного объекта

№ вар.	Размещение и выплавка	Высота трубы Н, м	Диаметр устья трубы Д, м	Скорость выхода вещества W_0 , м/с	Т, °С	Коэффициент рельефа местности, η
1	Москва (сталь)	18,0	0,3	4,1	14	5
2	Самара (сталь)	22,5	0,6	5,8	20	2
3	Магнитогорск (чугун)	19,5	0,65	5,3	11	3
4	Челябинск (чугун)	22,0	0,8	8,6	16	4,5
5	Омск (чугун)	15,0	0,55	14,0	18	2,5
6	Чита (чугун)	26,0	0,57	9,8	15	4,8
7	Кемерово (чугун)	35,0	0,80	6,6	14	3,5
8	Владимир (сталь)	14,0	0,45	15,2	24	4,6
9	Иркутск (чугун)	25,5	0,76	10,2	23	3,9
10	Братск (чугун)	15,5	0,33	13,2	22	4,1

Вопросы для самопроверки

1. Дайте определение ПДК.
2. Какие вы знаете ПДК?
3. Что представляет собой ПДВ?
4. В чем сущность расчета ПДВ?
5. Что представляет собой фоновая концентрация, и от каких факторов она зависит?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Расчет токсичных выбросов в атмосферу при эксплуатации автомобилей

Методика расчета

Основными токсичными компонентами отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автотранспорта являются оксиды углерода, азота и углеводороды. Оценку

уровня загрязнения воздушной среды отработавшими газами следует производить на основе расчета.

Методика расчета включает поэтапное определение эмиссии (выбросов) отработавших газов и концентрации загрязнения воздуха этими газами на различном удалении от дороги, а затем сравнение полученных данных с ПДК данных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов. При расчете выбросов учитываются различные типы автотранспортных средств и конкретные дорожные условия.

Расчет выполняют в следующей последовательности:

1) Определяют мощность эмиссии q_j , мг/м·с, ЗВ отдельно для каждого компонента (окиси углерода, оксидов азота, углеводородов) на конкретном участке дороги по формуле:

$$q_j = 0,206 \cdot m \cdot \left[\left(\sum_1^i G_{ик} \cdot N_{ик} \cdot K_k \right) + \left(\sum_1^i G_{ид} \cdot N_{ид} \cdot K_d \right) \right], \quad (1)$$

где: m - коэффициент, учитывающий дорожные и транспортные условия, принимается по графику рис. 3 в зависимости от средней скорости транспортного потока V , км/ч; $G_{ик}$ - средний эксплуатационный расход топлива для данного типа карбюраторных автомобилей, принимается по табл. 9, л/км; $G_{ид}$ - то же для дизельных автомобилей, л/км; $N_{ик}$ - интенсивность движения каждого выделенного типа карбюраторных автомобилей, авт./ч; $N_{ид}$ - то же дизельных автомобилей, авт./ч; K_k и K_d коэффициенты, принимаемые для данного компонента загрязнения с карбюраторными и дизельными типами ДВС, соответственно, по табл. 9, 10.

Решение: пример варианта № 1

$$\begin{aligned} 1) \quad q_{CO} &= 0,206 \cdot 0,75 \cdot [(0,11 \cdot 400 \cdot 0,6) + (0,16 \cdot 50 \cdot 0,6) + (0,33 \cdot 250 \cdot 0,6) + (0,37 \cdot 50 \cdot 0,6) + (0,34 \cdot 200 \cdot 0,14) + (0,28 \cdot 50 \cdot 0,14)] = 14,2 \\ q_{угл} &= 0,206 \cdot 0,75 \cdot [(0,11 \cdot 400 \cdot 0,12) + (0,16 \cdot 50 \cdot 0,12) + (0,33 \cdot 250 \cdot 0,12) + (0,37 \cdot 50 \cdot 0,12) + (0,34 \cdot 200 \cdot 0,037) + (0,28 \cdot 50 \cdot 0,037)] = 21,4 \\ q_{NO} &= 0,206 \cdot 0,75 \cdot [(0,11 \cdot 400 \cdot 0,06) + (0,16 \cdot 50 \cdot 0,06) + (0,33 \cdot 250 \cdot 0,06) + (0,37 \cdot 50 \cdot 0,06) + (0,34 \cdot 200 \cdot 0,015) + (0,28 \cdot 50 \cdot 0,015)] = 1,6 \end{aligned}$$

2) Рассчитывают концентрации C_j , мг/м^3 , загрязнения атмосферного воздуха токсичными компонентами отработавших газов на различном удалении от дороги, используя модель Гауссового распределения примесей в атмосфере на небольших высотах, по формуле:

$$C_j = [(2q_j / (\sqrt{2\pi} \cdot \sigma \cdot V_v \cdot \sin\varphi)) + F_j] \quad (2)$$

где: σ - стандартное отклонение Гауссового рассеивания в вертикальном направлении по табл. 11, м; V_v - скорость ветра, преобладающего в расчетный период, м/с; φ - угол, составляемый направлением ветра к трассе дороги (при угле менее 30° $\sin \varphi$ принять равным 0,5); F_j - фоновая концентрация загрязнения воздуха, мг/м^3 .

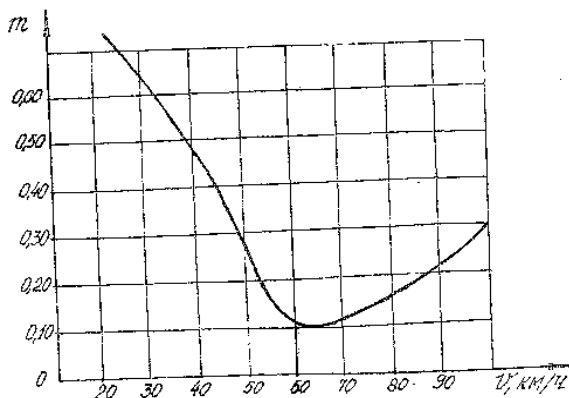


Рис.3. Зависимость поправочного коэффициента m от V

Таблица 9

Средние эксплуатационные нормы расхода топлива, л, на 1 км пути

Тип автомобиля	Значение $G_{\text{ик}}$, л/км
1. Легковые автомобили	0,11
2. Малые грузовые автомобили карбюраторные (до 5 тонн)	0,16
3. Грузовые автомобили карбюраторные (5 тонн и более)	0,33
4. Грузовые автомобили дизельные	0,34
5. Автобусы карбюраторные	0,37
6. Автобусы дизельные	0,28

Таблица 10

Значения коэффициентов K_k и K_d

Вид выбросов	Тип ДВС	
	Карбюраторный	Дизельный
Оксид углерода	0,6	0,14
Углеводороды	0,12	0,037
Оксиды азота	0,06	0,015

Таблица 11

Значение стандартного Гауссового отклонения
от состояния погоды

Состояние погоды	Величина σ при удалении, м, от кромки проезжей части								
	10	20	40	60	80	100	150	200	250
Солнечная	2	4	6	8	10	13	19	24	30
Дождливая	1	2	4	6	8	10	14	18	22

Решение:**При солнечной погоде:**

$$C_{jco} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,86$$

$$C_{jco} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,57$$

$$C_{jco} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,51$$

$$C_{jco} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,44$$

$$C_{jco} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,41$$

$$C_{j_{\text{угл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,99$$

$$C_{j_{\text{угл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,56$$

$$C_{j_{\text{угл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,43$$

$$C_{j_{\text{угл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,36$$

$$C_{j_{\text{угл}}} = [(2 \cdot 21,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,32$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,06$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,035$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,025$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,019$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 10 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,02$$

При дождливой погоде:

$$C_{j_{co}} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 1,41$$

$$C_{j_{co}} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,85$$

$$C_{j_{co}} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,57$$

$$C_{j_{co}} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,51$$

$$C_{j_{co}} = [(2 \cdot 14,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,3 = 0,44$$

$$C_{j_{y_{гл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 1,8$$

$$C_{j_{y_{гл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,99$$

$$C_{j_{y_{гл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,56$$

$$C_{j_{y_{гл}}} = [(2 \cdot 21,4 / (\sqrt{2\pi} \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,43$$

$$C_{j_{y_{гл}}} = [(2 \cdot 21,2 / (\sqrt{2\pi} \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,15 = 0,36$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 1 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,13$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,06$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 4 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,035$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,025$$

$$C_{j_{NO}} = [(2 \cdot 1,61 / (\sqrt{2\pi} \cdot 8 \cdot 3 \cdot 3,4))] + 0,004 = 0,019$$

3) Результаты расчета по формуле сопоставляют с ПДК, установленными для токсичных составляющих отработавших газов тепловых двигателей в воздухе населенных мест, которые приведены в табл. 12.

4) По полученным данным строятся графики, загрязнения придорожной зоны токсичными компонентами отработавших газов. Пример графика приведен на рис. 4.

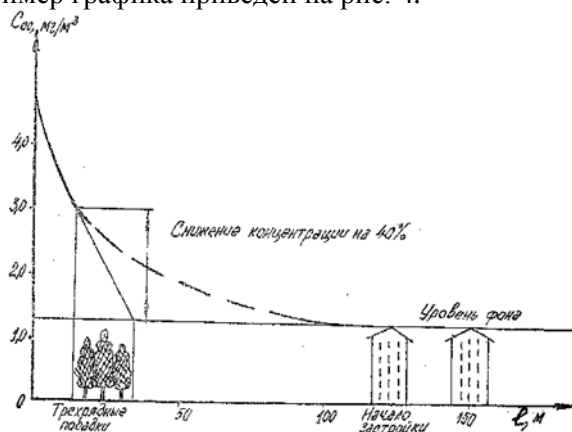


Рис. 4. График загрязнения придорожной зоны окисью углерода

5) При необходимости уменьшения ширины распространения ЗВ необходимо предусматривать защитные зеленые насаждения, экраны, валы и др. Снижение концентрации ЗВ, за защитными сооружениями приведено в табл. 13.

Таблица 12

ПДК отработавших газов в воздухе населенных мест

Вид вещества	Класс опасности	Среднесуточные ПДК, мг/м ³
Оксид углерода	4	3,0
Углеводороды	3	1,5
Оксиды азота	2	0,04

Таблица 13

Снижение концентрации ЗВ различными мероприятиями

Мероприятия	Снижение концентрации, %
1. Один ряд деревьев с кустарником высотой до 1,5 м на полосе газона 3 ... 4 м	4
2. Два ряда деревьев без кустарника на газоне 8 ... 10 м	15
3. Два ряда деревьев с двумя рядами кустарником на газоне 10 ... 12 м	30
4. Три ряда деревьев с двумя рядами кустарника на полосе газона 15 ... 20 м	40
5. Четыре ряда деревьев с кустарником высотой 1,5 м на полосе газона 25 ... 30 м	50
6. Сплошные экраны, стены зданий высотой более 5 м от уровня проезжей части	70
7. Земляные насыпи, откосы при продолжении дороги в выемке при разности отметок 2 ... 3 м	50
8. То же, 3 ... 5 м	60
9. То же, более 5 м	70

Задание на расчет

Задание 2. Определить концентрации загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода, оксидами азота и углеводородами в солнечную и дождливую погоду в расчетном поперечнике на расстояниях от кромки автомобильной дороги, указанных в табл. ..., и выбрать защитные мероприятия по снижению концентрации ЗВ в зоне жилой застройки, удаленной на расстояние l , м, от дороги, до допустимого уровня, если скорость господствующего ветра составляет 3 м/с. Сведения о фоновых концентрациях отсутствуют [1]. Исходные данные для расчета приведены в табл. 14, а именно: интенсивность движения составила N_a , авт./ч; шифры типов автомобилей (1...6) соответствуют принятым в табл. 9; средняя скорость потока движения V , км/ч; угол направления ветра к оси трассы φ , град.

Таблица 14

Исходные данные к заданию 2

Вариант	N _a	Распределение автомобилей по типам, %						V	φ	L
		1	2	3	4	5	6			
1	1000	40	5	25	20	5	5	30	30	40
2	2000	35	5	30	20	5	5	35	35	50
3	3000	45	10	15	15	5	10	60	30	70
4	4000	30	15	15	20	10	10	45	50	100
5	500	40	10	15	20	5	10	50	25	40
6	600	20	20	20	20	10	10	55	35	70
7	700	50	5	25	15	0	5	60	45	80
8	800	40	10	10	25	5	10	65	50	90
9	900	45	10	15	20	5	5	70	55	50
10	1000	25	25	25	20	0	5	70	60	60

Вопросы для самопроверки:

1. Что подразумевается под стоянкой автомобильного транспорта?
2. Какое негативное воздействие оказывает автомобильный транспорт на окружающую среду?
3. По каким веществам производят расчет выбросов в атмосферный воздух от автомобильного транспорта?
4. Как рассчитывается валовый выброс веществ?
5. Что представляют собой организованные и неорганизованные источники выбросов от автотранспорта?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3***Расчет и оценка уровня загрязнения почв вдоль автодорог****Методика расчета*

При работе ДВС автомобилей образуются «условно твердые» выбросы, состоящие из аэрозольных и пылевидных частиц. В наибольших количествах выбрасываются соединения свинца и сажа. При интенсивности движения более 40 тыс. авт./сутки существенными становятся выбросы кадмия и цинка. Наибольшую опасность для биосферы представляет накопление

в почве соединений свинца, что обусловлено высокой доступностью его растениям и переходом по звеньям пищевой цепи в животных, птиц и человека. Выбросы соединений свинца происходят при работе ДВС автомобилей на этилированном бензине (в бензине марок А-76 и АИ-93 содержится, соответственно, 0,17 г/кг и 0,37 г/кг соединений свинца). Около 20 % общего количества свинца разносится с отработавшими газами в виде аэрозолей, а 80 % выпадает в виде твердых частиц размером до 25 мкм и водорастворимых соединений на поверхности прилегающих к дороге земель. Они накапливаются в почве на глубине пахотного слоя или фильтрации воды атмосферных осадков вдоль автодорог.

Оценку загрязнения придорожных земель выбросами свинца и выбор защитных мероприятий по уменьшению ширины их распространения следует вести на основе расчета уровня загрязнения поверхностного слоя почвы (УЗП) по следующей методике:

1. Определяют мощность эмиссии свинца $P_э$, мг/м·сут., при среднесуточной интенсивности движения за расчетный период по формуле:

$$P_э = K_п \cdot m_p \cdot K_T \cdot K_0 \left(\sum_1^i G_i \cdot P_i \cdot N_i \right), \quad (1)$$

где: $K_п = 0,74$ - коэффициент пересчета; m_p - коэффициент, учитывающий дорожные условия, принимается по рис. 5;

K_T -- 0,8 - коэффициент, учитывающий долю выбрасываемого свинца в виде твердых частиц в общем объеме выбросов; $K_0 = 0,8$ - коэффициент, учитывающий оседание свинца в системе выпуска отработавших газов автомобиля; G_i - средний эксплуатационный расход топлива для данного типа автомобилей (см. табл. 9), л/км; N_i - среднесуточная интенсивность движения автомобилей данного типа, авт./сут., P_i - содержание добавки свинца в топливе, применяемом в автомобиле данного типа, г/кг.

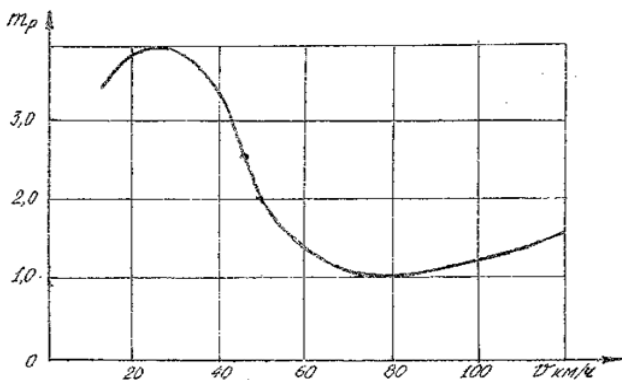


Рис. 5. Зависимость коэффициента m_p от средней скорости транспортного потока V

Решение:

$$1. P_3 = 0,74 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,8(0,11 \cdot 0,37 \cdot 2480) + (0,16 \cdot 0,37 \cdot 310) + (0,33 \cdot 0,37 \cdot 1860) + (0,37 \cdot 0,37 \cdot 310) + (0,34 \cdot 0,17 \cdot 1270) = 459,6$$

2. Рассчитывают величину отложения свинца на поверхности земли P_{Π} , мг/м^3 , по формуле:

$$P_{\Pi} = (0,4K_l \cdot \varphi \cdot T_p \cdot P_3) + F, \quad (2)$$

где: K_l – коэффициент, учитывающий расстояние l , м, от края проезжей части, принимается по табл. 15; φ – коэффициент, зависящий от силы и направления ветра, принимается равным отношению площади розы ветров со стороны дороги, противоположной рассматриваемой зоне, к общей ее площади; T_p – расчетный срок эксплуатации автодороги в сутках, принимается равным 7300 суток, что соответствует 20-летнему перспективному сроку; F – фоновое загрязнение поверхности земли, мг/м^3 .

Таблица 15

Величина K_l от расстояния l до края проезжей части

	0	0	0	0	0	0	0	00	50	00	2
, м											
l	,50	,10	,06	,04	,03	,02	,01	,005	,001	,0002	0

Решение:

1. При расстоянии 10 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 469711,5$$

2. При расстоянии 20 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,1 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 93942,6$$

3. При расстоянии 30 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,06 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 56365,6$$

4. При расстоянии 40 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,04 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 37577,2$$

5. При расстоянии 50 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,03 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 28182,9$$

6. При расстоянии 60 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,02 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 18788,8$$

7. При расстоянии 80 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 9394,5$$

8. При расстоянии 100 м от края проезжей части

$$P_{\Pi} = (0,4 \cdot 0,005 \cdot 0,7 \cdot 7300 \cdot 459,6) + 0,32 = 4697,4$$

Примечание. Поскольку на автодорогах I категории транспорт разделен на два потока, противоположных по направлению движения и отделенных друг от друга разделительной полосой шириной не менее 5 м, расчет следует вести отдельно для каждой проезжей части (направления) для интенсивности движения равной половине общей, т.е. сначала определяют эмиссию свинца от транспортного потока каждого направления. Затем рассчитывают величину $P_{\Pi(1)}$ на заданном расстоянии l от края проезжей части ближайшего к расчетной точке A потока (направления) движения по формуле (2). после этого рассчитывают величину $P_{\Pi(2)}$ в точке A от потока движения противоположного направления, увеличив расстояние l в формуле 2 на ширину проезжей части одного направления плюс 5 м. итоговой величиной отложения свинца в точке A от транспортных потоков обоих направлений является сумма величин $P_{\Pi(1)}$ и $P_{\Pi(2)}$.

3. Рассчитывают УЗП свинцом P_c , мг/кг, на различном расстоянии от края проезжей части автодороги по формуле:

$$P_c = P_{\Pi} / (h \cdot \rho), \quad (3)$$

где: h – толщина почвенного слоя, м, в котором распределяются выбросы свинца (принимается на пахотных землях равной 0,2 м, на остальных видах угодий (в том числе и на целине) – 0,1 м); ρ – плотность почвы, кг/м³.

Решение:

1. При расстоянии 10 м от края проезжей части

$$P_c = 469711,5 / (0,2 \cdot 1600) = 1467,8$$

2. При расстоянии 20 м от края проезжей части

$$P_c = 93942,6 / (0,2 \cdot 1600) = 293,6$$

3. При расстоянии 30 м от края проезжей части

$$P_c = 56365,6 / (0,2 \cdot 1600) = 176,1$$

4. При расстоянии 40 м от края проезжей части

$$P_c = 37577,2 / (0,2 \cdot 1600) = 117,4$$

5. При расстоянии 50 м от края проезжей части

$$P_c = 28182,9 / (0,2 \cdot 1600) = 88,1$$

6. При расстоянии 60 м от края проезжей части

$$P_c = 18788,8 / (0,2 \cdot 1600) = 58,7$$

7. При расстоянии 80 м от края проезжей части

$$P_c = 9394,5 / (0,2 \cdot 1600) = 29,4$$

8. При расстоянии 100 м от края проезжей части

$$P_c = 4697,4 / (0,2 \cdot 1600) = 14,7$$

4. Полученные расчетные значения величины P_c и их изменение от расстояния до края проезжей части l необходимо представить в графической форме (см. рис. 4) и сопоставить с ПДК свинца в почве по общесанитарному показателю, равному 32 мг/кг.

Задание на расчет

Задание 3. Выполнить расчет и оценку уровня загрязнения придорожных земель выбросами свинца по исходным данным табл. 17 и выбрать защитные мероприятия по уменьшению ширины их распространения в условиях: 1) реконструкция дороги III категории по нормативам I категории; 2) в случае отказа от реконструкции.

Расчетный период эксплуатации автодороги 20 лет (7300 суток); исходя из розы ветров, коэффициент $\varphi=0,7$; фоновое загрязнение отсутствует; тип земель – пахота с параметрами $h=0,2$ м и $\rho=1600$ кг/м³; шифры типов автомобилей в

транспортном потоке соответствуют обозначениям табл. 9. Средняя интенсивность движения в расчетный период N_a , авт./сут.; средняя скорость движения транспортного потока в варианте отказа от реконструкции V_1 , км/ч (таб.16). Легковые автомобили используют бензин АИ-93, а грузовые (карбюраторные) – А-76. Сельхозугодья начинаются на расстоянии 50 м от внешней кромки проезжей части автодороги, а ширина проезжей части одного направления автодороги I категории составляет 11,25 м[1].

Таблица 16

Исходные данные к заданию №3

Вариант	N_a , авт./сут.	Распределение автомобилей по типам, %					V_1 , км/ч	V_2 , км/ч
		1	2	3	4	5		
1	6200	40	5	30	20	5	30	60
2	6000	35	10	30	20	5	45	80
3	5000	35	10	30	15	10	30	70
4	4000	40	5	25	20	10	40	65
5	3000	35	10	20	30	5	45	70
6	3500	45	2	28	22	3	55	75
7	4000	50	5	5	30	10	60	80
8	4500	35	15	25	25	0	55	70
9	5000	25	15	25	25	10	50	70
10	5500	20	20	20	20	20	45	75

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

Расчеты платы за загрязнение окружающей природной среды

Методика расчета

Одним из составляющих экономического механизма природопользования в РФ с 01.01.2003г. является расчет платы за загрязнения атмосферы и гидросферы, размещение отходов производства и другие виды (вибрация, шум, электромагнитные, радиационные, тепловые и т.п.) вредного воздействия на окружающую природную среду (ОПС) [7,8,9]. Его проводят все юридические лица с количеством работающих более 3 чел.

В Тверской области действует две методики общего расчета платы за загрязнения ОПС: 1) для крупных предприятий, АО и фирм, имеющих экологический паспорт с утвержденными ПДВ, ВСВ, ПДС, ОДУ и т.п.) для малых предприятий, организаций и учреждений, не имеющих экологического паспорта.

Методика общего расчета платы за загрязнения ОПС для крупных предприятий, АО и фирм (первая методика) предусматривает выполнение трех специфических расчетов: 1) за выбросы ЗВ в атмосферный воздух; 2) за выбросы ЗВ в водные объекты; 3) за размещение отходов на выделенных территориях (полигонах). Ниже рассмотрим методики этих расчетов более подробно в деноминированных рублях (сокращенно в рублях).

1. Методика расчета суммарной платы за выбросы ЗВ в атмосферный воздух следующая:

1.1. Определяет основную плату, руб., по формулам:

1.1.1. При выбросах до ПДВ, т.е. $M_i \leq \text{ПДВ}_i$

$$\Pi^a_{\text{д}} = \sum_{i=1}^n (B_{1i} \cdot M_i). \quad (1)$$

1.1.2. При выбросах до ВСВ, т.е. $M_i \leq \text{ВСВ}_i = M_{\text{ли}}$ или $M_i - \text{ПДВ}_i \leq \text{ВСВ}_i = M_{\text{ли}}$

$$\Pi^a_{\text{л}} = \sum_{i=1}^n (B_{2i} \cdot M_i). \quad (2)$$

1.1.3. При сверхлимитных выбросах, т.е. $M_i - \text{ВСВ}_i = M_{\text{СВ}i}$ или $M_i = M_{\text{СВ}i}$, когда нет разрешенных ни ПДВ, ни ВСВ

$$\Pi^a_{\text{СВ}} = 5 \sum_{i=1}^n (B_{2i} \cdot M_{\text{СВ}i}). \quad (3)$$

где: $i = 1 \dots n$ – перечень ЗВ в выбросах данного предприятия (например, аммиак, бензин, керосин и др.); B_{1i} и B_{2i} – базовые нормативы платы по табл. 17 за каждое i -е ЗВ соответственно при выбросах в пределах ПДВ и ВСВ, руб/т; M_i – фактическая годовая масса каждого i -го ЗВ в выбросе, т/год; ПДВ_i – предельно допустимый выброс i -х ЗВ, т/год; ВСВ_i – временно согласованный выброс i -х ЗВ, т/год; $M_{\text{ли}}$ –

лимитирующий выброс i -х ЗВ, т/год; $M_{свi}$ – сверхлимитный выброс i -х ЗВ, т/год.

1.2. Определяют скорректированную плату, руб., по формулам:

1.2.1. При выбросах до ПДВ, т.е. $M_i \leq \text{ПДВ}_i$

$$П_{сд} = П_{д} \cdot K^a_{э}, \quad (4)$$

1.2.2. При выбросах до ВСВ, т.е. $M_i \leq \text{ВСВ}_i = M_{ли}$ или

$M_i - \text{ПДВ}_j \leq \text{ВСВ}_i = M_{ли}$

$$П_{сл} = П_{л} \cdot K^a_{э}, \quad (5)$$

Таблица 17

*Базовые нормативы платы 2003г. (в деномин.рублях) за выброс
ЗВ в атмосферный воздух*

Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за выброс 1 т. руб.	
	в пределах ПДВ, B_1	в пределах установленных лимитов (ВСВ), B_2
Азота двуокись	0,42	2,08
Азота окись (оксид азота)	0,28	1,38
Акролеин	0,55	2,75
Аммиак	5,5	27,5
Бензин	0,01	0,05
Бензин сланцевый	0,33	1,65
Бензол	0,17	0,83
Бенз(а)пирен	16500	82500
Взвешенные твердые вещества (нетоксичные органические и неорганические соединения, не содержащие полициклических ароматических углеводородов, токсичных металлов, двуокись кремния)	0,11	0,55
Зола углей	0,83	4,13
Керосин	0,02	0,08
Марганец и его соединения	16,5	82,5
Пыль хлопчатобумажная, льняная, шерстяная, пуховая, лубяная	0,33	1,65

Пыль древесная	0,11	0,55
Пыль стекловолокна, стеклопластика	0,28	1,38
Сажа	0,33	1,65
Сероводород	2,07	10,33
Сероуглерод	3,3	16,5
Ангидрид сернистый (серы диоксид)	0,33	1,65
Углерода окись	0,01	0,03
Углерод четыреххлористый	0,03	0,13
Хлор	0,55	2,75
Трихлорфторметан (фреон- 11)	0,55	2,75
Фенол	5,5	27,5

1.2.3. При сверхлимитных выбросах $M_i - BCB_i = M_{CBi}$ или $M_i = M_{CBi}$, когда нет разрешенных ни ПДВ_i, ни ВСВ_i

$$П_{СВС}^a = П_{СВ}^a \cdot K_{\Sigma}^a, \quad (6)$$

где: K_{Σ}^a – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости по состоянию атмосферного воздуха, который для Центрального экономического региона РФ равен 1,9, а для г. Твери и других городов области $K_{\Sigma} = 2,28$ (при расположении предприятия на территориях национальных парков и т.п. K_{Σ}^a увеличивается в 2 раза).

1.3. Определяют суммарную плату, руб, по формуле:

$$П_{\Sigma}^a = П_{СД}^a + П_{СЛ}^a + П_{СВС}^a, \quad (7)$$

1.4. Определяют скорректированную суммарную плату, руб, по формуле

$$П_a = П_{\Sigma}^a \cdot K_n, \quad (8)$$

где: K_n – коэффициент индексации, принимаемый каждым субъектом Федерации (в Тверской области $K_n = 48$ с 01.01.2003 г. и он ежегодно увеличивается в связи с инфляцией).

1.5. Вычисляют поквартальную плату, руб (при условии равномерного загрязнения атмосферы в течение года) по формуле:

$$П_k^a = П_a / 4, \quad (9)$$

Решение:

1. Расчет суммарной платы за выбросы ЗВ в атмосферный воздух:

$$1.1.1. \Pi^a_{\text{д}} = (42 \cdot 10) + (5,5 \cdot 1) + (0,01 \cdot 10) = 9,8$$

$$1.1.2. \Pi^a_{\text{л}} = (0,55 \cdot 50) = 27,5$$

$$1.1.3. \Pi^a_{\text{св}} = 5 (16,5 \cdot 5) = 412,5$$

$$1.2.1. \Pi^a_{\text{сд}} = 9,8 \cdot 2,28 = 22,3$$

$$1.2.2. \Pi^a_{\text{сл}} = 27,5 \cdot 2,28 = 62,7$$

$$1.2.3. \Pi^a_{\text{свс}} = 412,5 \cdot 2,28 = 940,5$$

$$1.3. \Pi^a_{\Sigma} = 22,3 + 62,7 + 940,5 = 1025,7$$

$$1.4. \Pi^a_{\text{а}} = 1025,7 \cdot 48 = 49233,6$$

$$1.5. \Pi^a_{\text{к}} = 49233,6 / 4 = 12308,4$$

2. Методика расчета суммарной платы за сброс ЗВ в водные объекты следующая:

2.1.1. При сбросах до ПДС, т.е. $M_j \leq \text{ПДС}_j$

$$\Pi^b_{\text{д}} = \sum_{j=1}^m (B_{1j} \cdot M_j), \quad (10)$$

2.1.2. При сбросах до ОДУ, т.е. $M_j \leq \text{ОДУ}_j = M_{\text{л}j}$ или $M_j - \text{ПДС}_j \leq \text{ОДУ}_j = M_{\text{л}j}$

$$\Pi^b_{\text{л}} = \sum_{j=1}^m (B_{2j} \cdot M_{\text{л}j}), \quad (11)$$

2.1.3. При сверхлимитных сбросах, т.е. $M_j - \text{ОДУ}_j = M_{\text{св}j}$ или $M_j = M_{\text{св}j}$, когда нет разрешенных ни ПДС_j, ни ОДУ_j

$$\Pi^b_{\text{св}} = 5 \sum_{j=1}^m (B_{2j} \cdot M_{\text{св}j}), \quad (12)$$

где: $j = 1 \dots m$ – перечень ЗВ в сбросах данного предприятия (например, ацетон, бензол, медь и др.); B_{1j} и B_{2j} – базовые нормативы платы по табл. 18 за каждое j -е ЗВ в сбросах соответственно в пределах ПДС и ОДУ, руб/т; M_j – фактическая годовая масса каждого j -го ЗВ в сбросах, т/год; ПДС_j – предельно допустимый сброс j -х ЗВ в сбросе, т/год; ОДУ_j – ориентировочно допустимый уровень j -х ЗВ в сбросе, т/год; $M_{\text{л}j}$ – лимитирующий сброс j -х ЗВ, т/год; $M_{\text{св}j}$ – сверхлимитный сброс j -х ЗВ, т/год.

Таблица 18

Базовые нормативы платы

Наименование загрязняющих веществ	Нормативы платы за сброс 1 т. руб.	
	в пределах ПДС, Б ₁	в пределах установленных лимитов (ОДУ), Б ₂
Алюминий	55,44	276,2
Аммиак, ацетон	44,35	211,75
Азот аммонийный	5,55	26,73
Азот нитратный	0,25	2,23
Бензол	4,44	21,18
Взвешенные вещества (к фону)	2,95	15,75
Железо общее	22,18	111,88
Медь	2217,5	11077,5
Нефть и нефтепродукты	44,35	225,75
Ртуть	221750	1108855
Сероуглерод	2,22	13,1
Фенолы	2217,5	11088,5
Фосфаты	11,09	54,45
Цинк	221,75	1117,75
Хлор свободный (хлор активный)	221750	1108650

2.2. Определяют скорректированную плату, руб, по формулам:

2.2.1. При сбросах до ПДС, т.е. $M_j \leq \text{ПДС}_j$

$$\Pi_{\text{сд}}^{\text{Б}} = \Pi_{\text{д}}^{\text{Б}} \cdot K^{\text{Б}}_{\text{э}}. \quad (13)$$

2.2.2. При сбросах до ОДУ, т.е. $M_j \leq \text{ОДУ}_j = M_{\text{л}j}$ или $M_j - \text{ПДС}_j M_j \leq \text{ОДУ}_j = M_{\text{л}j}$

$$\Pi_{\text{сл}}^{\text{Б}} = \Pi_{\text{л}}^{\text{Б}} \cdot K^{\text{Б}}_{\text{э}}. \quad (14)$$

где: $K^{\text{Б}}_{\text{э}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости по состоянию водных объектов, который для водных объектов Тверской области равен 1,16 или 1,08 при впадении их в бассейны соответственно Каспийского моря или Балтийского моря (при расположении предприятия на территориях национальных парков и т.п. $K^{\text{Б}}_{\text{э}}$ увеличивается в 2 раза).

2.2.3. При сверхлимитных сбросах $M_i - \text{ВСС}_i = M_{\text{Сс}i}$ или $M_i = M_{\text{Сс}i}$, когда нет разрешенных ни ПДС_i, ни ВСС_i

$$\Pi^a_{CC} = \Pi^a_{CC} \cdot K^a_{\Sigma}, \quad (15)$$

2.3. Определяют суммарную плату, руб, по формуле:

$$\Pi^B_{\Sigma} = \Pi^B_{CD} + \Pi^B_{CЛ} + \Pi^B_{CВC}, \quad (16)$$

2.4. Определяют скорректированную суммарную плату, руб., по формуле:

$$\Pi_B = \Pi^B_{\Sigma} \cdot K_{\Pi}, \quad (17)$$

где: K_{Π} то же, что и в формуле (8)

2.5. Вычисляют поквартальную плату, руб., (при условии равномерного загрязнения водного объекта в течение года) по формуле:

$$\Pi^B_k = \Pi_B / 4, \quad (18)$$

Решение:

2. Расчет суммарной платы за сброс ЗВ в водные объекты:

$$2.1.1. \Pi^B_d = (2,22 \cdot 50) + (2,95 \cdot 50) + (44,35 \cdot 1) = 202,95$$

$$2.1.2. \Pi^B_{\Pi} = (221,75 \cdot 10) = 2217,5$$

$$2.1.3. \Pi^B_{CВ} = 5 (1108,75 \cdot 1) = 5543,75$$

$$2.2.1. \Pi^B_{CD} = 202,95 \cdot 1,16 = 235,4$$

$$2.2.2. \Pi^B_{CЛ} = 2217,5 \cdot 1,16 = 2572,3$$

$$2.2.3. \Pi^B_{CВC} = 5543,75 \cdot 1,16 = 6430,75$$

$$2.3. \Pi^B_{\Sigma} = 235,4 + 2572,3 + 6430,75 = 9238,45$$

$$2.4. \Pi_B = 9238,45 \cdot 48 = 443445,6$$

$$2.5. \Pi^B_k = 443445,6 / 4 = 110861,4$$

3. Методика расчета суммарной платы за размещение отходов на выделенных территориях (полигонах) следующая:

3.1. Определяют основную плату, руб, по формулам:

3.1.1. При лимитных размещениях нетоксичных и токсичных отходов, т.е. $G_i \leq G_{\Pi i}$ и $G_j \leq G_{\Pi j}$

$$\Pi^o_{\Pi} = \sum_{i=1}^n (B_{2i} \cdot G_i) + \sum_{j=1}^m (B_{2j} \cdot G_j). \quad (19)$$

3.1.2. При сверхлимитных размещениях нетоксичных и токсичных отходов, т.е. $G_i - G_{\Pi i} = G_{CВi}$ и $G_j - G_{\Pi j} = G_{CВj}$ или $G_i = G_{CВi}$ и $G_j = G_{CВj}$, когда нет разрешенных (установленных) лимитов $G_{\Pi i}$ и $G_{\Pi j}$.

$$\Pi^o_{CВ} = 5 \sum_{i=1}^n (B_{2j} \cdot G_{CВi}) + 5 \sum_{j=1}^m (B_{2j} \cdot G_{CВj}) \quad (20)$$

где: $i = 1 \dots n$ – перечень нетоксичных отходов производства; $j = 1 \dots m$ – перечень токсичных отходов 1, 2, 3 и 4 классов токсичности; B_{2i} и B_{2j} – базовые нормативы платы по табл. 19 за каждый i -й и j -й отход, руб/т (j -ые отходы в зависимости от класса их токсичности); G_i – фактическая годовая масса каждого i -го нетоксичного отхода, т/год; G_j – фактическая годовая масса каждого j -го токсичного отхода по 1, 2, 3 и 4 классам токсичности, т/год; $G_{ли}$ – лимитируемая масса i -х нетоксичных отходов, т/год; $G_{лj}$ – лимитируемая масса j -го токсичного отхода по 1, 2, 3 и 4 классам токсичности, т/год; $G_{СВi}$ – сверхлимитная масса i -х нетоксичных отходов, т/год; $G_{СВj}$ – сверхлимитная масса j -х токсичных отходов по 1, 2, 3 и 4 классам токсичности, т/год.

3.2. Определяют скорректированную плату, руб., по формулам:

3.2.1. При размещении нетоксичных и токсичных отходов в пределах установленных лимитов, т.е. $G_i \leq G_{ли}$ и $G_j \leq G_{лj}$,

$$\Pi_{\text{СЛ}}^{\circ} = \Pi_{\text{Л}}^{\circ} \cdot K_{\text{Э}}^{\text{н}}, \quad (21)$$

3.2.2. При сверхлимитных размещениях нетоксичных и токсичных отходов, т.е. $G_i - G_{ли} = G_{СВi}$ и $G_j - G_{лj} = G_{СВj}$ или $G_i = G_{СВi}$ и $G_j = G_{СВj}$, когда нет разрешенных (установленных) лимитов $G_{ли}$ и $G_{лj}$.

$$\Pi_{\text{СВС}}^{\circ} = \Pi_{\text{СВ}}^{\circ} \cdot K_{\text{Э}}^{\text{н}}, \quad (22)$$

где: $K_{\text{Э}}^{\text{н}}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости по состоянию почвы, который для Тверской области равен 1.6.

3.2.3. Определяют суммарную плату, руб., по формуле:

$$\Pi_{\Sigma}^{\circ} = \Pi_{\text{СЛ}}^{\circ} + \Pi_{\text{СВС}}^{\circ}, \quad (23)$$

3.2.4. Определяют скорректированную суммарную плату, руб., по формуле:

$$\Pi_{\circ} = \Pi_{\Sigma}^{\circ} \cdot K_{\text{и}}, \quad (24)$$

где: $K_{\text{и}} = 48$.

Таблица 19

*Базовые нормативы платы 2003г. (в деномин. рублях) за
размещение отходов*

Виды отходов	Нормативы платы Б ₂ , руб., за размещение 1 т или м ³ отходов в пределах установленных лимитов
Нетоксичные отходы:	0,01
добывающей промышленности, т	0,12
перерабатывающей промышленности, м ³	14
Токсичные отходы, т:	
1 класс токсичности – чрезвычайно опасные	6
2 класс – высоко опасные	4
3 класс – умеренно опасные	2
4 класс – малоопасные	

3.2.5. Вычисляют поквартальную плату, руб, (при условии равномерного вывоза отходов в течение года) по формуле:

$$\Pi^0_k = \Pi_0 / 4. \quad (25)$$

Задание на расчет

Задание 4. Рассчитать годовую и поквартальную плату за загрязнения ОПС крупным предприятием (АО, фирмой) г. Твери по исходным данным табл. 20, представить их в виде диаграмм и гистограмм с анализом и указать источники платежей и мероприятия по сокращению выплат.

Предприятие (АО, фирма) осуществляет выброс в атмосферу и сброс в реку Волгу пяти ЗВ, а также размещает отходы 1, 2 и 4 классов токсичности.

При сбросе сточных вод в реку происходит тепловое загрязнение воды с соответствующим среднемесячным отклонением температуры реки, как в зимние, так и в летние месяцы.

При этом выбросы в атмосферу двуокиси азота, аммиака и бензина являются до ПДВ, взвешенных веществ – до ВСВ, а сероуглерода – сверхлимитными,– сбросы в р. Волгу сероуглерода, взвешенных веществ и ацетона – до ПДС,

нефтепродуктов – доОДУ, а фенолов – сверхлимитными; – отходы 2 и 4 классов токсичности – лимитными, а 1 класса – сверхлимитными.

Коэффициент индексации принять действующий в Тверской области на момент расчета [1].

Таблица 20

Исходные данные к заданию №4

Вариант	Массы выбросов ЗВ в атмосферу, т/год					Массы сбросов ЗВ в р. Волгу, т/год					Среднемесячное отклонение температуры воды в р. Волге при сбросе ЗВ, °С		Масса токсичных отходов, т/год		
	азота двуокись	аммиак	бензин	взвешенные вещества	сероуглерод	ацетон	взвешенные вещества	нефтепродукты	сероуглерод	фенолы	зимой	летом	1 класса	2 класса	3 класса
1	10	1	10	50	5	1	21	10,0	5,0	1,0	5,0	2,5	1,0	3,0	10,0
2	2	4	8,5	50	6	1	24	9,0	3,5	2,2	5,0	2,0	2,2	4,2	11,5
3	10	6	8,0	55	8	2	26	9,5	3,0	2,4	6,0	2,5	2,4	4,4	12,0
4	8	8	7,5	60	1,2	3	28	8,0	4,5	2,6	7,0	3,0	2,6	4,6	12,5
5	9	10	6,0	65	1,4	4	30	8,5	4,0	2,8	8,0	3,5	2,8	3,8	13,0
6	7	2,1	6,5	70	1,6	5	31	7,0	3,5	1,0	9,0	4,0	1,0	6,0	21,5
7	6	2,3	7,0	75	1,5	8	33	7,5	3,0	1,2	10,0	4,5	1,2	6,2	22,0
8	5	2,5	5,5	80	1,3	7	32	6,0	2,5	1,4	11,0	5,0	1,4	6,4	22,5
9	4	2,7	7,0	85	1,1	8	35	6,5	2,0	1,6	12,0	5,5	1,6	6,6	23,0
10	3	2,9	6,5	90	9	1,0	37	6,0	1,5	1,8	14,0	6,0	1,8	6,8	23,5

Решение:

3. Расчет суммарной платы за размещение отходов на выделенных территориях (полигонах):

$$3.1.1. \Pi^0_{\text{л}} = (6 \cdot 3,0) + (2 \cdot 10) = 20,0$$

$$3.1.2. \Pi^0_{\text{св}} = 5 (14,0 \cdot 1) = 70,0$$

$$3.2.1. \Pi^0_{\text{сл}} = 20 \cdot 1,6 = 32,0$$

$$3.2.2. \Pi^0_{\text{свс}} = 70 \cdot 1,6 = 112,0$$

$$3.2.4. \Pi_{\Sigma}^0 = 144,0$$

$$3.2.4. \Pi_o = 144 \cdot 48 = 6912,0$$

$$3.2.5. \Pi_k^0 = 6912,0 / 4 = 1728,0$$

Вопросы для самопроверки:

1. Дайте определение ПДС.
2. Для чего устанавливаются нормативы ПДС и лимиты сброса загрязняющих веществ?
3. Как могут выполняться расчеты ПДС?
4. Перечислите виды водопользования.
5. Перечислите категории воды.
6. Какие показатели определяются на бассейновом уровне?
7. Какие показатели определяются на локальном уровне?
8. В каком случае пересматривают нормативы ПДС?
9. Для каких показателей разрабатывают региональные нормативы качества воды?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5. Твердые бытовые отходы

Методика расчета

1. Размер образующихся в городе пищевых отходов (т/год):

$$ТБО_n = N \cdot \gamma \cdot \delta_n \cdot 10^{-2}, \quad (1)$$

где: N – численность жителей города, тыс. чел.;

γ – норма накопления ТБО на 1 человека в год, кг (для городов с населением более 100 тыс. чел. по благоустроенным жилым и общественным зданиям $\gamma = 260 \dots 280$);

δ_n – доля пищевых отходов в составе ТБО, % по массе (для городов, расположенных в северной климатической зоне, $\delta_n = 28 \dots 36$, расположенных в средней климатической зоне – $30 \dots 38$, южной – $35 \dots 45$) [2].

Количество возможного сбора отходов черных металлов (т/год), если от общего их количества в отходах можно отсортировать, %:

$$ТБО_{чм} = N \cdot \gamma \cdot \delta_{чм} \cdot x \cdot 10^{-4}, \quad (2)$$

где: $\delta_{чм}$ – доля черных металлов в составе ТБО, % по массе (для городов, расположенных в северной климатической зоне,

$\delta_{\text{см}} = 3,0 \dots 4,5$, расположенных в средней климатической зоне – $2,0 \dots 3,5$, южной – $1,5 \dots 2,0$).

2. Необходимое количество ежедневно работающих мусоровозов (шт.):

$$n = \frac{N \cdot \gamma \cdot z \cdot 10^{-2}}{365 \cdot q} \cdot 10^{-2}, \quad (3)$$

где: z – доля ТБО, подлежащая захоронению, %; q – грузоподъемность мусоровоза, т.

3. Необходимая при прессовании в мусоровозе степень уплотнения (уменьшения объема ТБО):

$$\varepsilon = \frac{N \cdot \omega \cdot z \cdot 10^{-2}}{365 \cdot n \cdot \theta}, \quad (4)$$

где: θ – емкость кузова мусоровоза, м^3 .

Правильность решения проверяется по значениям рассчитываемых параметров, заданных в условии задачи.

Задание на расчет

Задание 6. Город расположен в N -й климатической зоне. Численность жителей города L , тыс. чел. Практически все жилые и общественные здания города благоустроены. Требуется определить:

- примерный размер образующихся пищевых отходов (т/год);
- количество (т/год) возможного сбора отходов черных металлов, если от общего их количества в отходах можно отсортировать x , %;
- необходимое количество ежедневно работающих мусоровозов (результат расчета округлять до целого в большую сторону);
- необходимую при прессовании в мусоровозе степень уплотнения (уменьшения объема твердых бытовых отходов – ТБО).

Для вывоза ТБО в городе используются автомобили грузоподъемностью 4 т, имеющие емкость кузова $4,5 \text{ м}^3$, и ежедневно из города вывозится z , % всех бытовых отходов, накапливающихся за сутки (остальные сжигаются или

утилизируются). Автомобили-мусоровозы работают 365 дней в году.

При расчете использовать минимальные значения нормы накопления ТБО и доли отходов в морфологическом составе ТБО. Расчеты проводить с точностью до 0,01. Исходные данные для расчетов представлены в табл.21.

Таблица 21

Исходные данные к заданию № 5

Вариант	Численность жителей города N, тыс. чел	Климатическая зона	Возможная доля сбора черных металлов x, %	Доля ТБО, подлежащая захоронению z, %
1	134	Северная	85	65
2	245		78	70
3	178		90	78
4	232		87	68
5	169	Средняя	67	87
6	261		82	82
7	223	Южная	75	75
8	288		88	96
9	302		73	92
10	203		81	89
11 (пример)	144		80	77

Решение: пример варианта 11

1. Размер образующихся в городе пищевых отходов (т/год):

$$ТБО_n = N \cdot \gamma \cdot \delta_n \cdot 10^{-2} = 144000 \cdot 260 \cdot 35 \cdot 10^{-2} = 13104000 \text{ кг/год} = 13104 \text{ т/год.}$$

2. Количество возможного сбора отходов черных металлов (т/год), если от общего их количества в отходах можно отсортировать x, %:

$$ТБО_{чм} = N \cdot \gamma \cdot \delta_{чм} \cdot x \cdot 10^{-4} = 144000 \cdot 260 \cdot 1,5 \cdot 80 \cdot 10^{-4} = 449280 \text{ кг/год} = 449,28 \text{ т/год.}$$

3. Необходимое количество ежедневно работающих мусоровозов (шт.):

$$n = \frac{N \cdot \gamma \cdot z \cdot 10^{-2}}{365 \cdot q} = \frac{144000 \cdot 260 \cdot 77 \cdot 10^{-2}}{365 \cdot 4000} = 19,7 = 20.$$

4. Необходимая при прессовании в мусоровозе степень уплотнения (уменьшения объема ТБО):

$$\varepsilon = \frac{N \cdot \omega \cdot z \cdot 10^{-2}}{365 \cdot n \cdot \theta} = \frac{144000 \cdot 1,4 \cdot 77 \cdot 10^{-2}}{365 \cdot 20 \cdot 4,5} = 4,73$$

Ответ: 1) примерный размер образующихся пищевых отходов - 13104 т/год;

2) количество возможного сбора отходов черных металлов – 449,28 т/год;

3) необходимая при прессовании в мусоровозе степень уплотнения – 4,73.

Вопросы для самопроверки:

1. Как решаются проблемы со все возрастающими твердыми отходами на Земле? Приведите примеры.
2. Какие примеры утилизации твердых промышленных отходов вы можете привести? Приведите примеры успешного решения этих проблем.
3. Как можно классифицировать ТБО.
4. Назовите наиболее вредные вещества, загрязняющие воздух, воду и почву.
5. Что такое несанкционированная свалка?

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, К ЗАЧЕТУ И ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вопросы для контрольных работ:

1. Что такое город?
2. Назовите основные типы городов по характеру выполняемых ими функций.
3. Какой тип пространственной структуры имеет ваш город?
4. В каких функциональных зонах вы живете, обучаетесь и работаете?
5. Каким способом город расширяет свои границы?
6. Охарактеризуйте исторические типы городов.
7. Какие черты присущи современному процессу урбанизации?
8. Каковы объекты и предмет экологии городской среды?
9. Чем можно охарактеризовать степень устойчивости городской экосистемы?
10. Почему город называют неравновесной экосистемой?
11. Оценка влияние городов на компоненты геосферы.
12. Дайте характеристику компонентов геосферы и комплексное взаимодействие городов с этими компонентами.
13. Какое влияние оказывают города на почвенный покров и его геохимическое загрязнение?
14. Города и атмосфера. Геохимическое загрязнение атмосферы, оценка уровня такого загрязнения. Опасность, связанная с подвижностью воздуха.
15. Какое техногенное влияние оказывает на городскую среду транспорт и предприятия коммунального хозяйства?
16. Как правильно составить карты экологического блока градостроительного планирования?
17. Что понимают под полным, условным и относительным равновесием экосистемы.
18. Какова стратификация методов охраны окружающей среды и различие территориальных и локальных методов?
19. Как происходит охрана городской среды в процессе эксплуатации, модернизации уличного движения, улучшения содержания водоемов, благоустройство и озеленение территорий,

уборка улиц и придворных участков, организация вывоза и хранение отходов?

20. Какова структура процесса формирования экологических требований к внутренней среде жилого здания?

21. Дайте гигиеническую оценку качества внутренней среды обитания. Какие методы используют для получения количественных значений основных показателей/ Принципы их оценки.

22. Укажите параметры, характеризующие функциональную комфортность здания, и методы анализа этих параметров.

23. В чем особенность внешних экологических факторов, влияющих на экологичность внутренней среды здания? Методы получения объективных критериев оценки.

24. Какова роль инсоляционного режима как экологического фактора?

25. С пособы улучшения инсоляции помещений и застройки.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Город как искусственная экосистема.
2. Проблемы экологической безопасности городской системы.
3. Принципы устойчивого развития городов.
4. Экологическое законодательство.
5. Эколого-градостроительное законодательство.
6. Нормирование качества окружающей среды.
7. Нормирование допустимых воздействий на окружающую среду.
8. Целевые программы по оздоровлению и охране городской среды.
9. Климатические условия территории.
10. Микроклимат города.
11. Природно-техногенные условия и экологическое состояние территории застройки.
12. Учет факторов природной среды в градостроительном проектировании.
13. Оценка воздействия градостроительных объектов на окружающую среду.
14. Основные источники и виды загрязнения городской среды.

15. Оценка экологического ущерба от загрязнения городской среды.

16. Методы охраны окружающей среды на разных территориальных уровнях.

17. Методы охраны и регулирования качества воздушной среды.

18. Методы охраны и регулирования качества водной среды.

19. Мероприятия по охране почв и растительного покрова на городских территориях.

20. Обращение с твердыми бытовыми отходами.

21. Показатели экологичности жилой среды.

22. Проблемы рационального использования энергоресурсов.

23. Обеспечение благоприятного микроклимата и чистоты воздушной среды помещений.

24. Защита среды помещений от шума.

25. Защита среды помещений от вибрации.

26. Защита среды помещений от электромагнитных полей.

27. Защита среды помещений от радиации.

28. Защита среды помещений от ультразвука.

29. Защита среды помещений от инфразвука

30. Мероприятия по обеспечению благоприятной воздушной среды помещений.

31. Классификация загрязнителей и источников загрязнения городской среды.

32. Характеристика зон санитарной охраны подземных и поверхностных водоисточников.

33. Основные методы и инженерные сооружения по переработке отходов.

34. Система организации управления ТБО в городе. Пример схемы управления ТБО.

35. Принципы выбора ассортимента пород деревьев и кустарников для озеленения города.

36. Какими показателями оценивается состояние городских почв?

37. Градостроительные методы охраны вод хозяйственно-питьевого назначения.

38. Методы очистки сточных вод на городских станциях.

39. Методы очистки производственных сточных вод.

40. Методы подготовки питьевой воды.

Тестовые задания:

1. Процесс роста и развития городов получил название _____
(Написать слово).
2. Самым первым городом с миллионным населением был _____
еще во времена Юлия Цезаря (44...10 гг. до н.э.).
а) Рим; б) Осло; в) Бомбей; г) Шанхай
3. Численность населения сверхкрупных городов составляет:
а) свыше 3 млн. чел.;
б) от 1 млн. до 3 млн. чел.;
в) от 250 тыс. до 1 млн. чел.;
г) от 100 тыс. до 250 млн. чел.
4. Численность населения крупных городов составляет:
а) свыше 3 млн. чел.;
б) от 1 млн. до 3 млн. чел.;
в) от 250 тыс. до 1 млн. чел.;
г) от 100 тыс. до 250 млн. чел.
5. К 2020 г. суммарная площадь городов _____ составит _____
площади суши.
а) 2 %; б) 4 %; в) 1 %; г) 6 %
6. Обезлюдение крупных городов, сокращение их населения и относительного производственного потенциала называется _____
а) урбанизацией;
б) деурбанизацией;
в) агломерацией;
г) деагломерацией
7. Установите соответствие между классификацией городов и их численностью населения:
1) сверхкрупные города;
2) крупнейшие города;
3) крупные города;
4) большие города
а) свыше 3 млн. чел.;
б) от 1 млн. до 3 млн. чел.;
в) от 250 тыс. до 1 млн. чел.;
г) от 100 тыс. до 250 млн. чел.
8. Установите соответствие между функциями и названиями городов:

- 1) Города – энергетики;
- 2) Города – центры науки;
- 3) Академгородки;
- 4) Города-курорты.
 - а) Керчь, Сочи, Ялта, Анапа;
 - б) Обнинск, Сосновый Бор, Волхов;
 - в) Жуковский, Королев, Пущино;
 - г) Новосибирск, Красноярск, Иркутск, Томск.
9. Совокупность антропогенных объектов, компонентов природной среды, природно-антропогенных и природных объектов называется _____ средой. *(Написать слово).*
10. Динамическое состояние природной среды, при котором она устойчиво функционирует – это _____
 - а) экологическое равновесие;
 - б) емкость территории;
 - в) демографическая емкость;
 - г) репродуктивная способность территории
11. К наиболее острым проблемам экологии городской среды относятся:
 - а) загрязнение атмосферного воздуха;
 - б) проблема «чистой воды»;
 - в) охрана растительного покрова и почв;
 - г) управление отходами;
 - д) загрязнение мирового океана.
12. Максимальное количество жителей, которое может проживать в границах района, при условии обеспечения потребностей населения и сохранения экологического равновесия – это _____
 - а) экологическое равновесие;
 - б) емкость территории;
 - в) демографическая емкость;
 - г) репродуктивная способность территории
13. Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов называется _____ *(Написать слово).*
14. Основным законом по регулированию и охране окружающей среды является закон _____
 - а) «Об охране атмосферного воздуха»;

- б) «Об охране окружающей среды»;
 - в) «Об экологической экспертизе»;
 - г) «Об отходах производства и потребления»
15. Основным законом по регулированию качества и охране атмосферного воздуха является закон _____
- а) «Об охране атмосферного воздуха»;
 - б) «Об охране окружающей среды»;
 - в) «Об экологической экспертизе»;
 - г) «Об отходах производства и потребления»
16. _____ кодекс РФ обеспечивает права граждан на чистую воду и благоприятную водную среду. *(Написать слово)*
17. Установите соответствие между определениями и терминами:
- 1) Устойчивое сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод.
 - 2) Сброс или поступление иным способом в водные объекты предметов или взвешенных частиц, ухудшающих состояние и затрудняющих использование водных объектов.
 - 3) Сброс, а также образование в них вредных веществ, которые ухудшают качество поверхностных и подземных вод, ограничивают использование либо негативно влияют на состояние дна и берегов водных объектов.
- а) Загрязнение водных объектов;
 - б) Засорение водных объектов;
 - в) Истощение вод;
18. Федеральный закон _____ определяет правовые основы обращения с отходами в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.
- а) «Об охране атмосферного воздуха»;
 - б) «Об охране окружающей среды»;
 - в) «Об экологической экспертизе»;
 - г) «Об отходах производства и потребления»
19. Жилые зоны предназначены для застройки жилыми домами. В состав жилых зон могут включаться:
- а) городские леса, парки, сады, водохранилища, лесопарки, скверы, пляжи и т.д.;

б) объекты инженерной и транспортной инфраструктуры и т.д.;

в) объекты здравоохранения, культуры, торговли, общественного питания, объекты среднего профессионального и высшего образования и т.д. ;

г) зоны застройки индивидуальными жилыми домами, зоны застройки малоэтажными, среднеэтажными, многоэтажными домами и т.д.

20. Рекреационные зоны включают в себя:

а) городские леса, парки, сады, водохранилища, лесопарки, скверы, пляжи и т.д.;

б) объекты инженерной и транспортной инфраструктуры и т.д.;

в) объекты здравоохранения, культуры, торговли, общественного питания, объекты среднего профессионального и высшего образования и т.д. ;

г) зоны застройки индивидуальными жилыми домами, зоны застройки малоэтажными, среднеэтажными, многоэтажными домами и т.д.

21. В зонах специального назначения размещаются:

а) кладбища, крематории, скотомогильники, свалки бытовых отходов и т.д.;

б) объекты инженерной и транспортной инфраструктуры и т.д.;

в) объекты здравоохранения, культуры, торговли, общественного питания, объекты среднего профессионального и высшего образования и т.д. ;

г) зоны застройки индивидуальными жилыми домами, зоны застройки малоэтажными, среднеэтажными, многоэтажными домами и т.д.

22. Показатель, качественно и количественно отражающий присутствие в окружающей среде вещества – загрязнителя и степень его воздействия на живые организмы называется ... загрязнения. *(Написать слово)*

23. Что такое альбедо?

а) отражательная способность подстилающей поверхности (снега, воды, песка, травы), загрязненность атмосферы и характер растительного покрова;

б) среднемесячная температура наиболее жаркого месяца года;

в) среднемесячная температура наиболее холодного месяца года;

г) среднемесячная температура наиболее холодного и жаркого месяца года

24. Статистический многолетний режим погоды, одна из основных географических характеристик той или иной местности – это _____ (*Написать слово*).

25. Климат приземного слоя воздуха небольшой территории называется _____ (*Написать слово*).

26. К метеорологическим явлениям относятся:

а) инверсии температуры;

б) туманы;

в) снежные заносы;

г) метели;

д) альбедо

27. _____ называется сочетание метеорологических условий, определяющих возможный уровень загрязнения атмосферы при заданных выбросах загрязняющих веществ.

а) Индексом загрязнения атмосферы (ИЗА);

б) Индексом загрязнения воды (ИЗВ);

в) Потенциалом загрязнения атмосферы (ПЗА);

г) Рассеивающей способности атмосферы (РСА);

28. К атмосферным явлениям, опасным для жизнедеятельности человека в городе, относятся:

а) инверсии температуры;

б) смог;

в) снежные заносы;

г) метели

29. Повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения называется

а) инверсией;

б) смогом;

в) снежным заносом;

г) изотермией

30. Вещество, которое образуется при разложении «бытовой» органики в результате жизнедеятельности анаэробной микрофлоры называется _____ (*Написать слово*).
31. Загрязняющие вещества и физические факторы, которые вызывают изменения в организме на клеточном уровне:
а) канцерогены; б) мутагены; в) тератогены; г) аллергены
32. Вещества или физические агенты, вызывающие и развивающие злокачественные образования называется ... (*Написать слово*).
33. Вещества или физические агенты, вызывающие мутацию, то есть изменение наследственных свойств организма называется _____ (*Написать слово*).
34. Вещества или физические факторы, воздействующие на плод и вызывающие у организмов в процессе их развития уродства называется _____ (*Написать слово*).
35. По локализации загрязнения на территории города выделяют стационарные источники. К стационарным относятся:
а) промышленные предприятия;
б) транспортные средства;
в) бытовые отходы;
г) автотрассы
32. По продолжительности воздействия на окружающую среду источники загрязнения разделяются:
а) постоянные;
б) периодические;
в) эпизодические;
г) временные
33. Источники загрязнения могут быть организованными и неорганизованными. К _____ источникам загрязнения относятся трубы и газоходы. (*Написать слово*).
34. При совместном воздействии загрязняющих веществ наблюдается _____ суммации. (*Написать слово*).
35. Объектами мониторинга окружающей среды являются:
а) атмосферный воздух;
б) поверхностные и подземные воды;
в) почвы;
г) промышленные предприятия

36. Эпидемическая безопасность воды нормируется _____ показателями.

- а) микробиологическими;
- б) паразитологическими;
- в) органолептическими;
- г) радиационными

37. Запах, привкус, цветность – это _____ показатели воды.
(Написать слово)

38. Предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м^3 . Эта концентрация при вдыхании в течение 20–30 мин не должна вызывать рефлекторных (в том числе, субсенсорных) реакций в организме человека.

- а) ПДК с.с.;
- б) ПДК м.р.;
- в) ПДК р.з.;
- г) ПДК

39. Предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м^3 . Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) вдыхании.

- а) ПДК с.с.;
- б) ПДК м.р.;
- в) ПДК р.з.;
- г) ПДК

40. _____ вид деятельности по выявлению, анализу и учету прямых, а также косвенных воздействий на окружающую природную среду планируемой деятельности.

- а) ОВОС;
- б) экологическая экспертиза;
- в) экологический контроль;
- г) экологический мониторинг

41. Процесс агрегации взвешенных частиц при добавлении в воду высокомолекулярных соединений – флокулянтов называется _____ (Написать слово).

42. К особо ядовитым веществам относятся:

- а) диоксины;

- б) фураны;
 - в) фреоны;
 - г) углеводороды
43. Озоновый слой разрушается под действием _____
- а) диоксинов;
 - б) фуранов;
 - в) фреонов;
 - г) углеводородов
44. _____ – это хлорированные и фторированные углеводороды.
- а) диоксины;
 - б) фураны;
 - в) фреоны;
 - г) углеводороды
45. По локализации загрязнения на территории города выделяют:
- а) организованные источники загрязнения;
 - б) неорганизованные источники загрязнения;
 - в) стационарные источники загрязнения;
 - г) подвижные источники загрязнения
46. Источники загрязнения могут быть:
- а) организованными;
 - б) неорганизованными;
 - в) постоянными;
 - г) периодическими
47. Разрушение почв и вынос рыхлых компонентов почвенного материала водой и ветром называется ... (*Написать слово*).
48. Эрозия, которая происходит под воздействием поверхностного стока, дождевых и талых вод называется (*Написать слово*).
49. На основании установления категории загрязнения почв даются рекомендации по их использованию. Почва категории – «Чистая»
- а) используется без ограничений, исключая объекты повышенного риска;
 - б) используется без ограничений;
 - в) вывозится и утилизируется на специализированных полигонах;

г) ограниченно используется в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок

50. На основании установления категории загрязнения почв даются рекомендации по их использованию. Почва категории – «Чрезвычайно опасная»

а) используется без ограничений, исключая объекты повышенного риска;

б) используется без ограничений;

в) вывозится и утилизируется на специализированных полигонах;

г) ограниченно используется в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок

51. Морфологический состав ТБО зависит от :

а) экономического состояния страны;

б) времени года;

в) численности населения;

г) климатической зоны, в которой расположен город

52. Источниками образования твердых бытовых отходов в городах являются:

а) жилые дома;

б) предприятия общественного питания;

в) коммунальные службы;

г) городские парки

53. Фактическое количество ТБО, приходящееся на одного человека в год в среднем по России составляет:

а) 195 кг;

б) 365 кг;

в) 500 кг;

г) 400 кг

54. Фактическое количество ТБО, приходящееся на одного человека в год в среднем в развитых странах составляет:

а) 195 кг;

б) 365 кг;

в) 500 кг;

г) 400 кг

55. Установите последовательность категорий загрязнения почв.

1) умеренно опасная;

2) допустимая;

- 3) чрезвычайно опасная;
4) опасная
56. _____ включает проведение мероприятий по очистке от загрязнений или снижению степени загрязнения:
- а) снятие почвенного слоя;
 - б) противоэрозионное мероприятие;
 - в) мелиорация загрязнения почв;
 - г) сохранение почвенного слоя
57. Рекультивация нарушенных территорий включает работы по их реабилитации и оздоровлению. При рекультивации территорий выделяют два этапа:
- а) механический этап рекультивации ;
 - б) технический этап рекультивации;
 - в) биологический этап рекультивации;
 - г) химический этап рекультивации
58. _____ этап включает агротехнические мероприятия, внесение удобрений. Подбор ассортимента растений, посадку древесно-кустарниковых насаждений и посев трав.
- а) механический этап рекультивации ;
 - б) технический этап рекультивации;
 - в) биологический этап рекультивации;
 - г) химический этап рекультивации
59. _____ - это комплексные природоохранные сооружения, предназначенные для обезвреживания и захоронения отходов. *(Написать слово)*
60. Складирование отходов на полигонах _____ типа осуществляется до уровня бровки карьера или превышением этого уровня за счет созданием дамб обваловывания.
- а) овражного;
 - б) высотного;
 - в) карьерного;
 - г) траншейного
61. Под полигоны _____ типа отводят овраги и отработанные карьеры глин.
- а) овражного;
 - б) высотного;
 - в) карьерного;
 - г) траншейного

62. Установите соответствие между названиями эрозии почв и их определениями.

1) _____ эрозия происходит под воздействием поверхностного стока, дождевых и талых вод.

2) _____ эрозия представляет собой выдувание мелкозема из верхних почвенных грунтов.

а) ветровая эрозия ;

б) водная эрозия;

63. Установите последовательность характеристики интегральной оценки качества воды.

а) Чистая;

б) Очень чистая;

в) Загрязненная;

г) Умеренно загрязненная;

д) Очень грязная;

е) Грязная;

ж) Чрезвычайно грязная

64. Выделяют четыре степени влияния техногенного фактора на подземные воды:

а) допустимое;

б) оптимальное;

в) слабовыраженное;

г) предельное;

д) опасное;

е) чрезвычайно опасное

65. _____ – фоновые показатели состояния воды периодически повышаются при максимальных уровнях загрязнения ниже гигиенических нормативов.

а) допустимое;

б) оптимальное;

в) слабовыраженное;

г) предельное

66. _____ – это временный гигиенический норматив максимально допустимого содержания загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест.

а) Ориентировочно безопасный уровень воздействия загрязняющих веществ (ОБУВ);

б) Временно согласованный сброс (ВСС);

в) Временно согласованный выброс (ВСВ);

г) Технологический норматив

67. Норматив допустимой _____ нагрузки – это такая величина антропогенного воздействия на конкретную территорию, которая должна гарантировать сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности. *(Написать слово).*

68. Естественными источниками инфразвука являются:

а) землетрясения;

б) извержения вулканов;

в) ветры;

г) штормы;

д) транспортные потоки;

е) строительные и дорожные машины

69. К техногенным источникам инфразвука в городах относятся:

а) производственный шум, генерируемый работающим оборудованием;

б) транспортные потоки;

в) строительные и дорожные машины;

г) штормы

70. _____ – вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности человека.

(Написать слово).

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бережной С.А., Мартемьянов В.А., Седов Ю.И., Романов В.В. и др. Сборник типовых расчетов и заданий по экологии: Учебное пособие. – Тверь, 1998. – 157 с.

2. Голицын, А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды / А.Н. Голицын. – 2-е изд. испр. – М.: Оникс, 2015. – 336 с.

3. ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленных предприятий» // Консультант Плюс: информ. система. – 2009. – 13 марта.

4. Курбатова В.Н., Башкин В.Н., Касимов Н.С. Экология города. – М.: Научный мир, 2004. – 624 с.

5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. РД 52.04.212-86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 56 с.

6. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. – Санкт – Петербург, 2005. – 25 с.

7. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 N 344 "О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления"

8. Федеральный Закон РФ “Об отходах производства и потребления” от 08.11.2008 № 196-ФЗ //Консультант Плюс: информ. система. – 2009. – 13 марта.

9. Федеральный Закон РФ “Об охране окружающей среды” от 30.12.2008 № 309-ФЗ //Консультант Плюс: информ. система. – 2009. – 13 марта.

10. Хомич В.А. Экология городской среды [Текст]: учебное пособие для вузов по спец. "Городское строительство и хозяйство" напр. подготовки "Строительство" / В. А. Хомич; под ред. Ю. В. Кононовича. – М. : Изд-во АСВ, 2006. – 240 с. : ил., табл. – ISBN 5-93093-340-4.

11. Экология городской среды [Текст]: учебное пособие. – Абакан: ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2007.–108 с.

Приложение 1

Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих
веществ в атмосферном воздухе населенных мест
(ГОСТ 17.2.3.02-78.)

Таблица 1

№	Вещества	ПДК _{мр} , мг/м ³	ПДК _{сс} , мг/м ³	Класс опасности
1	Азота окись	0,6	0,060	3
2	Аммиак	0,200	0,040	4
3	Ангидрид сернистый	0,500	0,050	3
4	Ацетон	0,35	0,35	4
5	Бензин (нефтяной, малосернистый в пересчете на углерод)	5	1,5	4
6	Взвешенные вещества	0,5	0,15	3
7	Водород хлористый	0,2	0,2	2
8	Кислота азотная по молекуле HNO ₃	0,4	0,15	2
9	Кобальт	-	0,001	1
10	Ксилол	0,2	0,2	3
11	Марганец и его соединения	0,01	0,001	2
12	Меди окись (в пересчете на медь)	-	0,002	2
13	Ртуть металлическая	0,5	0,0003	1
14	Углерода окись	5	3	4
15	Фенол	0,01	0,003	2
16	Формальдегид	0,035	0,003	2
17	Хлор	0,10	0,003	2
18	Цинка окись (в пересчете на цинк)	-	0,05	3
19	Этилен	0,001	0,0001	1

Учебное издание

ГЕОЭКОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие

Составители:

**Кара-Сал Ирина Дарымаевна
Кызыл Орлана Михайловна**

Редактор *А.Р. Норбу*

Дизайн обложки *К.К. Сарыглар*

Сдано в набор: 27.06.2018.

Подписано в печать: 11.07.2018.

Формат бумаги 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Физ. печ.л. 3,7. Усл. печ.л. 3,5.

Заказ № 1411. Тираж 50 экз.

667000, г. Кызыл, Ленина, 36
Тувинский государственный университет
Издательство ТувГУ