

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальностей 1-27 01 01 «Экономика
и организация производства (по направлениям)»,
1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)»
и всех направлений подготовки
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2018

УДК 504(075.8)
ББК 20.1я73
О 75

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»
«08» января 2018 г., протокол № 6

Составители: д-р биол. наук, доц. А. В. Щур;
канд. геогр. наук, доц. А. Ю. Скриган;
канд. вет. наук, доц. Т. Н. Агеева;
канд. техн. наук, доц. И. В. Шилова

Рецензент канд. техн. наук, доц. О. В. Голушкова

Методические рекомендации к практическим занятиям содержат основные теоретические положения по теме, формулы для расчета, варианты заданий, вопросы, выносимые на защиту, и предназначены для студентов специальностей 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)», 1-27 02 01 «Транспортная логистика (по направлениям)» и всех направлений подготовки дневной и заочной форм обучения.

Учебно-методическое издание

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ. ЭКОЛОГИЯ

Ответственный за выпуск

А. В. Щур

Технический редактор

А. А. Подошевко

Компьютерная верстка

Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 315 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

| | |
|--|----|
| 1 Практическая работа № 1. Определение максимальной приземной концентрации примеси от стационарного источника | 4 |
| 2 Практическая работа № 2. Определение площади зеленых насаждений для воспроизводства кислорода в городе | 9 |
| 3 Практическая работа № 3. Расчет и обоснование допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе сточных вод | 18 |
| 4 Практическая работа № 4. Оценка качества атмосферного воздуха и риска здоровью населения на основе санитарно-гигиенического нормирования | 24 |
| 5 Практическая работа № 5. Оценка эколого-экономического ущерба | 31 |
| 6 Практическая работа № 6. Экономические механизмы природопользования | 41 |



1 Практическая работа № 1. Определение максимальной приземной концентрации примеси от стационарного источника

Цель работы: изучить методику расчета максимальной приземной концентрации загрязняющих веществ; выполнить расчет максимальной концентрации примеси, расстояния и опасной скорости ветра от одиночного источника загрязнений с круглым сечением.

1.1 Теоретическая часть

Загрязнением атмосферы считается изменение ее состава в результате поступления газообразных, жидких и твердых примесей. За относительно чистый можно принимать такой воздух, в котором количество вредных примесей не превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) и который не оказывает существенного отрицательного влияния на растительные и животные организмы.

В настоящее время одна из основных мер предотвращения загрязнения атмосферы – строительство газоочистных сооружений и устройств. При этом каждое такое очистное сооружение характеризуется определенной степенью очистки газовой смеси (ГВС) от вредных веществ. Определение степени очистки ГВС (то есть допустимой интенсивности выброса загрязняющего вещества (ЗВ) при условии сохранения качества воздуха за пределами санитарно-защитной зоны) является важной производственной задачей.

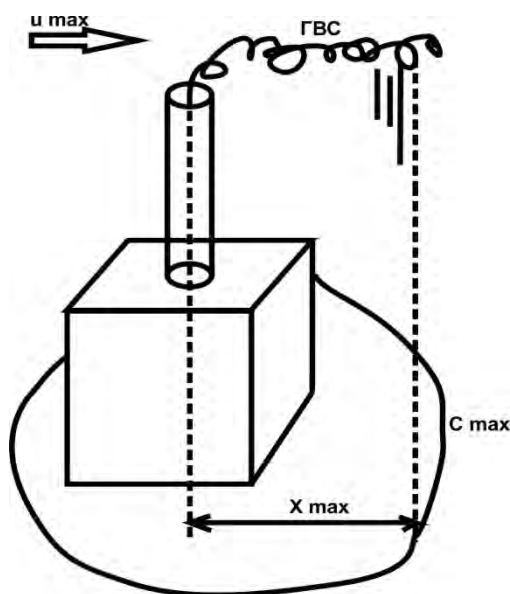


Рисунок 1.1 – Формирование поля загрязнения вокруг стационарного источника

Для решения этой задачи каждым предприятием осуществляется расчёт предельно допустимых выбросов (ПДВ) в атмосферу. При расчёте ПДВ определяется максимальная приземная концентрация загрязняющего вещества C_{\max} и расстояние от трубы завода X_{\max} , на которой она будет наблюдаться (рисунок 1.1). Затем рассчитанные величины C_{\max} сравниваются с ПДК. Если $C_{\max} > \text{ПДК}$, тогда в технологические характеристики выброса вносятся коррективы и выполняются мероприятия по снижению значения C_{\max} .

Расчет ПДВ базируется на следующих положениях:

– на рассеивание ЗВ в атмосфере влияют метеорологические параметры: скорость и направление ветра, температурная стратификация атмосферы, температура атмосферного воздуха;

– максимальная приземная концентрация от данного источника загрязнения, возникающая при неблагоприятных метеорологических условиях (при опасной скорости и направлении ветра, высокой температуре атмосферы), не должна превышать ПДК за границей санитарно-защитной зоны;

– приземная концентрация загрязняющих веществ зависит от параметров источника выброса и состава ГВС.

Разработанные ПДВ, нормативы выбросов утверждаются на срок от 1 до 7 лет в зависимости от категории воздействия объекта на окружающую среду.

Мероприятия по снижению значений C_{\max} зависят от многих факторов и могут быть самыми разнообразными. Приведём некоторые из них:

– уменьшение массовых выбросов вещества M , г/с, путём установки новых или наладки существующих пылегазоулавливающих установок;

– увеличение высоты H , м, источников загрязнения атмосферы;

– увеличение скорости выхода ГВС ω_0 , м/с, из устья источника загрязнения атмосферы до проектной величины;

– преобразование линейных, плоских и неорганизованных источников загрязнения атмосферы в точечные организованные;

– гидрообеспыливание для открытых складов и узлов пересыпки (песок, щебень, гравий и др.);

– корректировка размеров санитарно-защитных зон в соответствии с результатами расчётов рассеивания;

– перенос источников загрязнения атмосферы вглубь территории предприятия;

– уменьшение одновременности работы оборудования при его неполной загрузке, распределение разовых технологических операций по определённому графику.

При исчерпании всех возможных мероприятий необходима смена технологического процесса или ликвидация источника загрязнения атмосферы.

Расчёт максимальной концентрации вредного вещества C_{\max} при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем производится по формуле

$$C_{\max} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot (V_1 \cdot \Delta T)^{\frac{1}{3}}}, \quad (1.1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы. Для Беларуси и центральной части европейской территории России $A = 140$;

M – масса ЗВ, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, мг/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания ЗВ в атмосферном воздухе. Для газообразных ЗВ и мелкодисперсных аэрозолей



(пыли, золы и т. п.), скорость упорядоченного оседания которых почти равна нулю, $F = 1$;

m , n – коэффициенты, учитывающие условия выхода ГВС из источника выброса;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. Для равнинной либо слабопересечённой местности с перепадом высот не более 50 м на 1 км $\eta = 1$;

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

ΔT – разность между температурой газовой смеси T_1 и температурой окружающего воздуха T_2 , °C;

V_1 – расход ГВС, м³/с.

Расход ГВС рассчитывается по формуле

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0, \quad (1.2)$$

где D – диаметр источника выброса, м;

ω_0 – средняя скорость выхода ГВС из устья источника выброса, м/с.

Разность между температурой ГВС и температурой окружающего воздуха определяется по формуле

$$\Delta T = T_1 - T_2. \quad (1.3)$$

Значения коэффициентов m и n рассчитываются в зависимости от параметров f , v_m по формулам:

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (1.4)$$

$$v_m = 0,65 \cdot \left(\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H} \right)^{\frac{1}{3}}; \quad (1.5)$$

$$m = (0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f})^{-1} \quad \text{при } f < 100; \quad (1.6)$$

$$n = 1 \quad \text{при } v_m \geq 2; \quad (1.7)$$

$$n = 0,532 \cdot v_m^2 - 2,13 \cdot v_m + 3,13 \quad \text{при } 0,5 \leq v_m < 2; \quad (1.8)$$

$$n = 4,4 \cdot v_m \quad \text{при } v_m < 0,5. \quad (1.9)$$

Расстояние X_{\max} , м, от источника выбросов, на котором приземная концентрация ЗВ достигает максимального значения C_{\max} , мг/м³, определяется по формуле



$$X_{\max} = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (1.10)$$

где d – безразмерный коэффициент,

$$d = 2,48 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m \leq 0,5; \quad (1.11)$$

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (1.12)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_m} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \quad \text{при } v_m \geq 2. \quad (1.13)$$

В формулу расчёта C_{\max} в скрытой форме входит скорость ветра. Ветер оказывает двойное влияние на рассеивание примесей: чем больше скорость ветра, тем интенсивнее перемешивание атмосферы и тем интенсивнее распространяется ЗВ в окружающей среде; в то же время с увеличением скорости ветра уменьшается высота факела выброса над устьем трубы.

Значение опасной скорости ветра u_{\max} , м/с, при которой достигается максимальная приземная концентрация ЗВ C_{\max} , находят следующим образом:

$$u_{\max} = 0,5 \quad \text{при } v_m \leq 0,5; \quad (1.14)$$

$$u_{\max} = v_m \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (1.15)$$

$$u_{\max} = v_m \cdot (1 + 0,12 \cdot \sqrt{f}) \quad \text{при } v_m \geq 2. \quad (1.16)$$

Опасность загрязнения атмосферы оценивается показателем j , который рассчитывается по формуле

$$j = \frac{C_{\max}}{ПДК} \leq 1. \quad (1.17)$$

Если $j \geq 1$ по какому-либо из трех веществ, то для этого вещества необходимо рассчитать интенсивность выброса ГВС M , мг/с, при которой не будет существовать опасности загрязнения атмосферы, по формуле

$$M = \frac{ПДК \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}. \quad (1.18)$$



1.2 Практическая часть

Задача. Определите максимальную приземную концентрацию ЗВ C_{\max} , мг/м³, для трех веществ (по отдельности) при выбросе ГВС из одиночного точечного источника с круглым устьем. Сравните с ПДК. При необходимости рассчитайте интенсивность выброса, при которой не будет существовать опасности загрязнения атмосферы по формуле (1.18). Определите расстояние X_{\max} , м, на котором C_{\max} достигается, и опасную скорость ветра u_{\max} , м/с, при которой C_{\max} возникает. Исходные данные для расчета находятся в таблице 1.1. По итогам расчета сделайте выводы об уровне загрязнения.

Примечание – ПДК(SO₂) = 0,5 мг/м³; ПДК(зола) = 0,5 мг/м³; ПДК(NO_x) = 0,085 мг/м³.

Таблица 1.1 – Параметры выброса газовойоздушной смеси

| Вариант | H, м | D, м | ω ₀ , м/с | T ₁ , °C | T ₂ , °C | M(SO ₂), мг/с | M(зола), мг/с | M(NO _x), мг/с |
|---------|---------|---------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------|
| 1 | 30 | 1,4 | 8 | 125 | 25 | 12 | 15,5 | 15,2 |
| 2 | 25 | 1,0 | 12 | 100 | 27 | 10 | 14,5 | 3,8 |
| 3 | 28 | 1,5 | 15 | 80 | 29 | 30 | 70,6 | 12,1 |
| 4 | 18 | 0,7 | 16 | 90 | 31 | 25 | 15,0 | 1,0 |
| 5 | 15 | 0,8 | 21 | 130 | 25 | 16 | 14,0 | 4,6 |
| 6 | 23 | 0,9 | 16 | 230 | 27 | 21 | 34,0 | 3,2 |
| 7 | 28 | 1,0 | 12 | 160 | 29 | 6 | 62,0 | 5,8 |
| 8 | 32 | 1,5 | 9 | 125 | 32 | 15 | 18,9 | 7,8 |
| 9 | 20 | 1,2 | 10 | 135 | 29 | 42 | 14,1 | 10,2 |
| 10 | 24 | 1,5 | 14 | 215 | 25 | 19 | 27,2 | 11,4 |
| 11 | 25 | 1,7 | 9 | 210 | 30 | 18 | 34,5 | 2,0 |
| 12 | 30 | 2,0 | 6 | 180 | 29 | 5 | 56,7 | 2,2 |
| 13 | 23 | 1,3 | 11 | 150 | 26 | 16 | 59,4 | 12,8 |
| 14 | 19 | 1,0 | 14 | 165 | 28 | 7 | 62,1 | 14,4 |
| 15 | 18 | 0,7 | 19 | 115 | 27 | 21 | 65,3 | 16,6 |
| 16 | 35 | 2,0 | 9 | 210 | 33 | 32 | 50,0 | 7,4 |
| 17 | 40 | 2,6 | 5 | 195 | 25 | 28 | 24,0 | 21,0 |
| 18 | 38 | 2,5 | 8 | 145 | 28 | 14 | 32,0 | 16,6 |
| 19 | 24 | 1,8 | 13 | 210 | 28 | 12 | 12,8 | 21,8 |
| 20 | 19 | 0,8 | 18 | 160 | 29 | 10 | 5,6 | 15,4 |
| 21 | 21 | 1,1 | 10 | 190 | 27 | 13 | 19,5 | 3,8 |
| 22 | 35 | 1,9 | 7 | 140 | 25 | 22 | 32 | 6,8 |
| 23 | 20 | 0,9 | 16 | 160 | 31 | 27 | 41,8 | 7,4 |
| 24 | 33 | 1,6 | 9 | 170 | 26 | 18 | 52,7 | 12,5 |
| 25 | 24 | 0,8 | 15 | 155 | 29 | 10 | 61,4 | 14,1 |
| 26 | 36 | 1,7 | 11 | 185 | 33 | 9 | 45,6 | 3,4 |
| 27 | 27 | 1,3 | 16 | 135 | 25 | 31 | 17,9 | 4,9 |
| 28 | 31 | 1,2 | 13 | 175 | 28 | 16 | 21,4 | 7,2 |
| 29 | 22 | 0,8 | 17 | 140 | 31 | 25 | 46 | 9,8 |
| 30 | 37 | 1,8 | 8 | 165 | 30 | 19 | 37 | 5,7 |

Содержание отчета:

- цель работы;
- определение загрязнения атмосферы и относительно чистого воздуха;
- факторы, от которых зависит рассеивание ЗВ в атмосфере;
- формулы без расшифровки буквенных обозначений;
- расчеты;
- вывод.

Вывод формулируется из трех частей: (1) в результате выполнения работы были получены следующие значения максимальной приземной концентрации ...; (2) по ... веществам наблюдается превышение ПДК, по ... веществам концентрации не превышают ПДК; (3) по веществам, для которых наблюдается превышение ПДК, предлагается снизить скорость выхода газовой смеси до ... г/с путем

Вопросы, выносимые на защиту практической работы

- 1 Что такое загрязнение атмосферы? Какой воздух считается относительно чистым?
- 2 В чем состоит цель расчета ПДВ каждым предприятием?
- 3 На каких положениях базируется расчет ПДВ?
- 4 На какой срок разрабатываются нормативы ПДВ и от чего это зависит?
- 5 Перечислите мероприятия по снижению максимальной приземной концентрации ЗВ до значений ПДК. Какие из них являются наиболее действенными?

2 Практическая работа № 2. Определение площади зеленых насаждений для воспроизводства кислорода в городе

Цель работы: изучить методику и рассчитать потребность в площади древесно-кустарниковой растительности для выработки кислорода на дыхание человека и работы автотранспорта в городах.

2.1 Теоретическая часть

Зеленые насаждения являются органической частью планировочной структуры современного города, выполняя санитарно-гигиенические и декоративно-планировочные функции.

К санитарно-гигиеническим функциям относятся:

1) *снижение запыленности воздуха.* Зеленые насаждения очищают городской воздух от пыли. Этот процесс происходит следующим образом. Загрязненный воздушный поток, встречающий на своем пути зеленый массив, замедляет скорость, в результате чего под влиянием силы тяжести 60...70 % пыли, содержащейся в воздухе, оседает на деревья и кустарники. Распрост-



ранению или движению пыли препятствуют не только деревья и кустарники, но и газоны, которые задерживают поступательное движение пыли, перегоняемой ветром из разных мест. Среди зеленых насаждений запыленность воздуха в 2...3 раза меньше, чем на открытых городских территориях. Древесные насаждения уменьшают запыленность воздуха даже при отсутствии лиственного покрова.

Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников неодинаковы и зависят от морфологических особенностей листьев. Лучше всего задерживают пыль шершавые листья и листья, поверхность которых покрыта ворсинками, как у сирени. Если принять количество пыли, задерживаемой 1 см² поверхности листа тополя за 1, то количество пыли, удерживаемой таким же по площади листом клена остролистного, составит 2, сирени 3, вяза 6. На листовой поверхности одного взрослого дерева осаждается за летний период пыли: вяз шероховатый – до 23 кг, тополь канадский – до 34 кг, вяз перистоветвистый – до 18 кг, сирень – до 0,6 кг, ясень – до 27 кг, ива – до 38 кг, клен – до 33 кг, акация белая – до 0,2 кг;

2) *снижение загазованности воздуха.* Зеленые насаждения значительно уменьшают вредную концентрацию находящихся в воздухе газов. Например, концентрация окислов азота, выбрасываемых промышленными предприятиями, снижается на расстоянии 1 км от места выбросов до 0,7 мг/м³, а при наличии зеленых насаждений – до 0,13 мг/м³. Вредные газы поглощаются растениями, а твердые частицы аэрозолей оседают на листьях, стволах и ветках растений.

Газозащитная роль зеленых насаждений во многом определяется степенью их газоустойчивости. К слабоповреждаемым породам относятся вяз (шершавый и гладкий), ель колючая, ива древовидная, клен ясенелистый, осина, тополь (берлинский, бальзамический, канадский и черный), яблоня сибирская, акация желтая, боярышник сибирский, вишня дикая, калина обыкновенная, смородина черная, сирень обыкновенная; к среднеповреждаемым – береза бородавчатая, ель Энгельмана, лиственница сибирская, рябина обыкновенная, ива корзиночная, клен татарский и т. д. Растения с повышенной интенсивностью фотосинтеза имеют меньшую устойчивость к газам. Хорошими поглотителями свинца по обочинам дорог считаются белая акация, сирень, береза бородавчатая, барбарис.

Особенностью зеленых насаждений является также то, что они в результате фотосинтеза поглощают из воздуха углекислый газ и выделяют кислород. В среднем 1 га хорошего леса поглощает ежегодно до 6,5 т углерода и выделяет при этом около 5 т кислорода. На участках со средним древостоем поглощается соответственно углерода 4,1 т и выделяется 3,2 т кислорода. Разные породы древесно-кустарниковых растений обладают неодинаковой интенсивностью фотосинтеза и поэтому выделяют различное количество кислорода. Дерево с большей лиственной массой выделяет больше кислорода;

3) *фитонцидное действие.* Большинство растений выделяет летучие и нелетучие вещества – *фитонциды*, обладающие способностью убивать вредные для человека болезнетворные бактерии или тормозить их развитие. Например, фитонциды дубовой листвы уничтожают возбудителя дизентерии, фитонциды почек тополя, антоновских яблок, эвкалипта губительно действуют на вирус



гриппа, фитонциды капусты задерживают рост палочки Коха, фитонциды чеснока и черемши убивают и те и другие.

К числу ярко выраженных фитонцидных деревьев и кустарников относятся береза, дуб, тополь, черемуха. Известно более 500 видов деревьев, имеющих фитонцидные свойства. Особенно много фитонцидов образуют хвойные породы; 1 га можжевельника выделяет в сутки 30 кг летучих веществ. Большое количество фитонцидов (20...25 кг) выделяют сосна и ель. Благодаря способности растений выделять фитонциды воздух парков содержит в 200 раз меньше бактерий, чем воздух улиц. В определенных дозах фитонциды благотворно влияют на нервную систему человека, усиливают двигательную активность, секреторную функцию желудочно-кишечного тракта, способствуют улучшению обмена веществ;

4) *ветрозащита*. В практике градостроительного проектирования нередко возникает необходимость защиты городской застройки от неблагоприятных ветров. В этом случае поперек основного ветрового потока устраивают защитные полосы зеленых насаждений. Защитная роль полос зеленых насаждений определяется их плотностью и расположением, а также типом застройки. Ветрозащитными свойствами обладают зеленые насаждения даже сравнительно небольшой высоты и плотности посадки. Ветрозащитное влияние неширокой зеленой полосы, состоящей из восьми рядов деревьев высотой 15...17 м, отмечается на расстоянии 300...600 м. В этой зоне скорость ветра составляет 25...30 % первоначальной. Наиболее эффективны ажурные защитные полосы, пропускающие сквозь себя до 40 % ветра всего потока;

5) *регуляция температуры и влажности воздуха*. Зеленые насаждения, защищая почву и поверхности стен зданий от прямого солнечного облучения, предохраняют их от сильного перегрева и тем самым от повышения температуры воздуха. Температура воздуха внутри зеленого массива в среднем на 2...3 °С ниже, чем внутри городского квартала. Наиболее эффективно снижают температуру растения с крупными листьями, которые значительную часть энергии отражают не поглощая и таким образом способствуют снижению количества солнечной энергии. На степень смягчения температурного режима на озелененных участках по сравнению с открытыми пространствами влияют размеры озелененной территории, а также плотность посадок деревьев и кустарников. Небольшие площади зеленых насаждений и редкая древесная посадка незначительно снижают температуру воздуха.

Нагреваясь, поверхность листьев деревьев и кустарников испаряет в воздух большое количество влаги. Так, один хорошо развитый бук испаряет в день около 0,6 т воды. Если принять относительную влажность на улице равной 100 %, то в жилом квартале с озеленением влажность будет составлять 116 %, на бульваре – 205 %, в парке – 204 %. Повышение влажности на 15 % воспринимается организмом как понижение температуры на 3,5 °С. Даже неширокие древесно-кустарниковые полосы (10,5 м) уже на расстоянии 600 м увеличивают влажность воздуха на 8 % по сравнению с открытой площадью. Влажностный режим среди зеленых насаждений в жаркую погоду является

благоприятным, смягченным и не имеет таких резких колебаний, как на облучаемых открытых участках.

б) *шумозащита*. Зеленые насаждения, располагаемые между источниками шума (транспортные магистрали, электропоезда и т. д.) и жилыми домами, участками для отдыха и спортивными площадками, снижают уровень шума на 5...10 %. Кроны лиственных деревьев поглощают 26 % падающей на них звуковой энергии. Хорошо развитые кустарниковые и древесные породы с густой кроной на участке шириной в 30...40 м могут снижать уровни шума на 17...23 дБА, небольшие скверы и внутриквартальные посадки с редкими деревьями – на 4...7 дБА. Крупные лесные массивы снижают уровни шума авиационных моторов на 22...56 % по сравнению с открытым местом на том же расстоянии. Наличие травяного покрова также способствует уменьшению уровня звука на 5...7 дБА.

2.2 Практическая часть

Задача. Определите необходимую площадь зеленых зон в городах и вокруг городов для воспроизводства кислорода, расходуемого в результате дыхания людьми и работы двигателей внутреннего сгорания, а также массу поглощаемого углекислого газа и выделяемого кислорода.

Исходные данные. Объем легких среднестатистического человека составляет 2 л. Человек в среднем в минуту делает F выдохов (таблица 2.1). Содержание кислорода в воздухе $C_{атм.в.}$ составляет 20,8 %. При выдохе содержание кислорода в воздухе $C_{выдох}$ составляет 16,4 %. Средняя площадь земли, занимаемая одним взрослым деревом, $S_{крона1}$ равна 8,5 м². Средний расход топлива, $V_{топл}$, принять равным 10 л/100 км. Количество кислорода, расходуемое при сжигании 1 кг топлива, $K_{O_2} = 2,9$ кг. Исходные данные по вариантам приведены в таблицах 2.1 и 2.2.

Методические указания к выполнению задачи

1 Определить, сколько атмосферного воздуха среднестатистический человек пропускает через легкие за год, по формуле

$$V_6 = V_1 \cdot d \cdot F \cdot t_1 \cdot t_2 \cdot t_3, \quad (2.1)$$

где V_6 – общий объем воздуха, пропущенный человеком через свои легкие за год, л/год;

V_1 – объем легких среднестатистического человека, л;

d – коэффициент обмена воздуха в легких человека, $d = 0,3$;

F – количество вдохов и выдохов в минуту;

t_1 – минут в часе;

t_2 – часов в сутках;

t_3 – суток в году.



Таблица 2.1 – Исходные данные к задаче

| Вариант | Город | Численность населения $N_{жит}$, чел. | Количество машин на 1000 чел. K_m , шт. | Средний пробег автомобиля $L_{ср}$, км | Среднее количество входов F | Породный состав зеленых насаждений (доля деревьев i -й породы) c_i | | | | | | | | |
|---------|------------|--|---|---|-------------------------------|--|------|---------------------|----------------------|--------|------|--------|-------|------|
| | | | | | | Тополь | Липа | Клен платано-видный | Клен вязо-лиственный | Береза | Дуб | Каштан | Сосна | Ель |
| 1 | Могилев | 380440 | 281 | 29000 | 18 | 0,18 | 0,12 | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,12 | 0,2 |
| 2 | Гомель | 535229 | 267 | 30000 | 22 | 0,13 | 0,15 | 0,08 | 0,04 | 0,03 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | 0,05 |
| 3 | Минск | 1974800 | 322 | 33000 | 21 | 0,11 | 0,14 | 0,04 | 0,08 | 0,06 | 0,1 | 0,19 | 0,2 | 0,08 |
| 4 | Витебск | 377722 | 300 | 27000 | 19 | 0,14 | 0,09 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 0,04 | 0,08 | 0,2 | 0,24 |
| 5 | Гродно | 368662 | 352 | 31000 | 20 | 0,17 | 0,13 | 0,07 | 0,12 | 0,1 | 0,07 | 0,16 | 0,15 | 0,03 |
| 6 | Брест | 343985 | 321 | 28000 | 18 | 0,2 | 0,17 | 0,09 | 0,13 | 0,06 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,01 |
| 7 | Борисов | 142993 | 302 | 18000 | 22 | 0,24 | 0,09 | 0,05 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,1 | 0,25 | 0,02 |
| 8 | Бобруйск | 217940 | 273 | 19000 | 21 | 0,21 | 0,12 | 0,06 | 0,08 | 0,12 | 0,05 | 0,15 | 0,15 | 0,06 |
| 9 | Орша | 115938 | 259 | 15000 | 19 | 0,27 | 0,06 | 0,01 | 0,09 | 0,14 | 0,02 | 0,08 | 0,1 | 0,23 |
| 10 | Новополоцк | 102288 | 350 | 14000 | 20 | 0,18 | 0,08 | 0,03 | 0,12 | 0,13 | 0,03 | 0,07 | 0,11 | 0,25 |
| 11 | Полоцк | 85078 | 331 | 16000 | 21 | 0,15 | 0,07 | 0,02 | 0,11 | 0,2 | 0,02 | 0,08 | 0,09 | 0,26 |
| 12 | Мозырь | 111801 | 348 | 19000 | 18 | 0,13 | 0,08 | 0,1 | 0,12 | 0,03 | 0,2 | 0,15 | 0,18 | 0,01 |
| 13 | Барановичи | 179439 | 328 | 18000 | 22 | 0,14 | 0,1 | 0,12 | 0,14 | 0,05 | 0,18 | 0,09 | 0,16 | 0,02 |
| 14 | Солигорск | 106839 | 356 | 15000 | 21 | 0,3 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,04 | 0,17 | 0,09 | 0,06 | 0,01 |
| 15 | Пинск | 138045 | 268 | 14000 | 19 | 0,14 | 0,08 | 0,12 | 0,13 | 0,05 | 0,2 | 0,15 | 0,12 | 0,01 |
| 16 | Молодечно | 95233 | 328 | 27000 | 20 | 0,19 | 0,21 | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,08 | 0,06 | 0,13 | 0,16 |

Таблица 2.2 – Выделение кислорода и поглощение углекислого газа лесным массивом площадью 1 га за вегетационный период

| Порода дерева | Тополь | Липа | Клен платано-видный | Береза | Дуб | Каштан | Сосна | Ель |
|-----------------------------------|--------|------|---------------------|--------|------|--------|-------|-----|
| | | | | | | | | |
| Поглощение CO_2 g_i , т/га | 46,2 | 16,5 | 24,2 | 15,7 | 29,7 | 26,3 | 11,0 | 6,6 |
| Продуцирование O_2 p_i , т/га | 34,9 | 12,5 | 20,8 | 11,3 | 22,5 | 21,2 | 9,0 | 5,0 |

2 Рассчитать количество чистого кислорода V_{O_2} , л/год, в объеме пропущенного за год воздуха, используя формулу

$$V_{O_2} = V_{\text{в}} \cdot \frac{c_{\text{атм.в.}} - c_{\text{выдох}}}{100}, \quad (2.2)$$

где $c_{\text{атм.в.}}$ – содержание кислорода в атмосферном воздухе, %;

$c_{\text{выдох}}$ – содержание кислорода в выдохе человека, %.

3 Определить массу кислорода, необходимого одному человеку для дыхания в год, $m_{O_{21}}$, кг/год, если плотность кислорода $\rho = 1,429 \text{ кг/м}^3$, по формуле

$$m_{O_{21}} = V_{O_2} \cdot \rho \cdot 10^{-3}. \quad (2.3)$$

4 Найти общую массу кислорода, необходимого для жизнеобеспечения в течение года населением всего города, m_{O_2} , т/год, по формуле

$$m_{O_2} = m_{O_{21}} \cdot N_{\text{жит}}, \quad (2.4)$$

где $N_{\text{жит}}$ – численность населения города, чел.

5 Рассчитать продуцирование кислорода существующими зелеными насаждениями города в течение года на 1 га деревьев соответствующих пород R_{O_2} , т/(га·год), по формуле

$$R_{O_2} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot p_i, \quad (2.5)$$

где c_i – доля деревьев i -й породы;

p_i – удельное продуцирование кислорода деревьями i -й породы, т/га.

6 Определить необходимую площадь зеленых насаждений для обеспечения населения города кислородом $S_{\text{дых}}$, га, по формуле

$$S_{\text{дых}} = \frac{m_{O_2}}{R_{O_2}}, \quad (2.6)$$

7 Найти количество деревьев, соответствующих необходимой площади зеленых насаждений для обеспечения населения города кислородом, $N_{\text{дер дых}}$, шт., по формуле

$$N_{\text{дер дых}} = \frac{S_{\text{дых}}}{S_{\text{крона 1}}} \cdot 10^4, \quad (2.7)$$

где $S_{\text{крона 1}}$ – средняя площадь земли, занимаемая одним взрослым деревом.

8 Рассчитать количество автомобилей в городе n_a , шт., по формуле



$$n_a = \frac{N_{жум}}{1000} \cdot k_a, \quad (2.8)$$

где k_a – количество автомобилей на 1000 человек.

9 Определить количество кислорода, сжигаемое одной машиной в течение года, m_{O21a} , кг/год, по формуле

$$m_{O21a} = L_{cp} \cdot \frac{V_{топл}}{100} \cdot \rho_{топл} \cdot K_{O2}, \quad (2.9)$$

где L_{cp} – средний пробег одного автомобиля, км;

$V_{топл}$ – средний расход топлива на 100 км пробега, л/100 км;

$\rho_{топл}$ – коэффициент использования кислорода, $\rho_{топл} = 0,8$;

K_{O2} – количество кислорода, расходуемое при сжигании 1 кг топлива, кг.

10 Рассчитать количество кислорода, расходуемого всеми автомобилями города, m_{O2a} , т/год, по формуле

$$m_{O2a} = m_{O21a} \cdot N_{авт}, \quad (2.10)$$

где $N_{авт}$ – количество автомобилей в городе, шт.

11 Определить необходимую площадь зеленых насаждений для компенсации расхода кислорода при сжигании в двигателях внутреннего сгорания $S_{авт}$, га, по формуле

$$S_{авт} = \frac{m_{O2a}}{R_{O2}}. \quad (2.11)$$

12 Рассчитать количество деревьев, соответствующих необходимой площади зеленых насаждений для компенсации кислорода при сжигании в двигателях внутреннего сгорания, $N_{дер авт}$, шт., по формуле

$$N_{дер авт} = \frac{S_{авт}}{S_{крона 1}} \cdot 10^4. \quad (2.12)$$

13 Определить суммарную площадь зеленых насаждений, необходимых для компенсации расхода кислорода при дыхании и сжигании в двигателях внутреннего сгорания, $S_{общ}$, га, по формуле

$$S_{общ} = S_{дых} + S_{авт}. \quad (2.13)$$

14 Рассчитать поглощение CO_2 зелеными насаждениями города с учетом их породного состава R_{CO2} , т/(га·год), по формуле



$$R_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot g_i, \quad (2.14)$$

где g_i – удельное поглощение углекислого газа деревьями i -й породы, т/га.

15 Определить массу CO_2 , которую будут поглощать полученные по расчету зеленые насаждения, m_{CO_2} , т/год, по формуле

$$m_{\text{CO}_2} = R_{\text{CO}_2} \cdot S_{\text{общ}}. \quad (2.15)$$

Пример решения задачи для варианта 16 (г. Молодечно)

1 Примем, что человек в среднем делает 20 вдохов в минуту (F). Определим, сколько атмосферного воздуха среднестатистический человек пропускает через легкие по формуле (2.1):

$$V_e = V_1 \cdot d \cdot F \cdot t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 = 2 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 = 6\,307\,200 \text{ л.}$$

2 Так как кислорода во вдыхаемом воздухе 20,8 %, а в выдыхаемом 16,4 %, то в год человеку нужно кислорода:

$$V_{\text{O}_2} = V_e \cdot \frac{20,8 - 16,4}{100} = V_e \cdot 0,044 = 6307200 \cdot 0,044 = 277\,517 \text{ л.}$$

3 Масса кислорода, необходимого одному человеку в год,

$$m_{\text{O}_21} = V_{\text{O}_2} \cdot \rho \cdot 10^{-3} = 277517 \cdot 0,001429 = 396,6 \text{ кг.}$$

4 Населению г. Молодечно в год необходима следующая масса кислорода:

$$m_{\text{O}_2} = m_{\text{O}_21} \cdot N_{\text{жум}} = 396,6 \cdot 95233 = 37766694 \text{ кг} \approx 37,767 \text{ т.}$$

5 Относительное продуцирование кислорода с учетом долевого соотношения древесных пород вокруг заданного города на 1 га:

$$R_{\text{CO}_2} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot g_i = 0,19 \cdot 34,9 + 0,21 \cdot 12,5 + 0,05 \cdot 20,8 + 0,07 \cdot 19,6 + \\ + 0,05 \cdot 11,3 + 0,08 \cdot 22,5 + 0,06 \cdot 21,2 + 0,13 \cdot 9 + 0,16 \cdot 5 = 17,3 \text{ т/(га} \cdot \text{год).}$$

6 Необходимая площадь зеленых насаждений для обеспечения кислородом населения города:

$$S_{\text{вых}} = \frac{m_{\text{O}_2}}{R_{\text{O}_2}} = \frac{37767}{17,3} = 2183 \text{ га.}$$

7 Количество деревьев, соответствующих необходимой площади зеленых насаждений для обеспечения кислородом населения города:



$$N_{дер\ дых} = \frac{S_{дых}}{S_{крона1}} \cdot 10^4 = 2568235 \text{ шт.}$$

8 Определяем количество автомобилей в городе:

$$n_a = \frac{N_{жум}}{1000} \cdot k_a = \frac{95233}{1000} \cdot 328 = 31236 \text{ шт.}$$

9 Количество кислорода, сжигаемое одной машиной в течение года:

$$m_{O21a} = L_{cp} \cdot \frac{V_{монл}}{100} \cdot \rho_{монл} \cdot K_{O2} = 27000 \cdot \frac{10}{100} \cdot 0,8 \cdot 2,9 = 6264 \text{ кг.}$$

10 Количество кислорода, сжигаемое всеми автомобилями города:

$$m_{O2a} = m_{O21a} \cdot N_{авт} = 6264 \cdot 31236 = 195\ 662\ 304 \text{ кг} = 195\ 662 \text{ т.}$$

11 Необходимая площадь зеленых насаждений для компенсации расхода кислорода при сжигании в двигателях внутреннего сгорания:

$$S_{авт} = \frac{m_{O2a}}{R_{O2}} = \frac{195662}{17,3} = 11310 \text{ га.}$$

12 Количество деревьев, соответствующих необходимой площади зеленых насаждений для компенсации кислорода при сжигании в двигателях внутреннего сгорания:

$$N_{дер\ авт} = \frac{S_{авт}}{S_{крона1}} \cdot 10^4 = \frac{11310}{8,5} \cdot 10000 = 13300560 \text{ шт.}$$

13 Общая площадь необходимых зеленых насаждений составляет:

$$S_{общ} = S_{дых} + S_{авт} = 2183 + 11310 = 13493 \text{ га.}$$

14 Относительное поглощение CO₂ с учетом породного состава зеленых насаждений на 1 га:

$$R_{CO2} = \sum_{i=1}^n c_i \cdot g_i = 0,19 \cdot 46,2 + 0,21 \cdot 16,5 + 0,05 \cdot 24,2 + 0,07 \cdot 24,5 + 0,05 \cdot 15,7 + \\ + 0,08 \cdot 29,7 + 0,06 \cdot 26,3 + 0,13 \cdot 11 + 0,16 \cdot 6,6 = 22,4 \text{ т/(га·год).}$$

15 Тогда масса поглощенного углекислого газа

$$m_{CO2} = R_{CO2} \cdot S_{общ} = 22,4 \cdot 13493 = 302\ 643 \text{ т.}$$



Вопросы, выносимые на защиту практической работы

- 1 Каким образом зеленые насаждения снижают запыленность атмосферы города?
- 2 Как различаются пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников?
- 3 Каким образом зеленые насаждения влияют на загазованность городского воздуха?
- 4 От чего зависит газозащитная функция зеленых насаждений?
- 5 Выделение кислорода и поглощение углекислого газа у различных пород зеленых насаждений.
- 6 В чем заключается фитонцидное действие растений?
- 7 Какие породы деревьев обладают наиболее ярко выраженными фитонцидными свойствами?
- 8 В чем заключается ветрозащитная функция зеленых насаждений?
- 9 Как зеленые насаждения регулируют температурный режим города?
- 10 Как зеленые насаждения влияют на относительную влажность воздуха?
- 11 Как зеленые насаждения влияют на уровень шума в городе?

3 Практическая работа № 3. Расчет и обоснование допустимых концентраций загрязняющих веществ в составе сточных вод

Цель работы: изучить методику и процедуру проведения и представления результатов расчета и обоснования сбросов сточных вод промышленного предприятия; выполнить расчеты и обосновать нормативы сброса сточных вод.

3.1 Теоретическая часть

Сброс сточных вод в водные объекты является одним из видов воздействия на водные объекты и относится к специальному водопользованию. Предприятия, осуществляющие сбросы сточных вод в водные объекты, обязаны оформлять разрешение на специальное водопользование, в котором устанавливаются допустимые концентрации и допустимые сбросы (временные допустимые концентрации и временные допустимые сбросы) для утвержденного перечня ЗВ.

ЗВ, указанные в разрешении на специальное водопользование, делятся на нормируемые и контролируемые. Перечень нормируемых ЗВ в составе городских (смешанных) сточных вод устанавливается с учетом списка ЗВ, образующихся в результате деятельности всех водопользователей, отводящих сточные воды в системы городской канализации на основе ТКП 17.06–08–2012. ЗВ, концентрация которых на входе и выходе из очистных сооружений не превышает ПДК для рыбохозяйственного водопользования, включаются в список **контролируемых ЗВ**.



Допустимая концентрация – максимальная концентрация ЗВ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, соблюдение которой обеспечивает установленные нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) ЗВ в воде – максимальная концентрация ЗВ в воде, превышение которой приводит к непригодности воды для определенного вида водопользования.

Фоновая концентрация ЗВ – показатели качества воды и концентраций ЗВ выше по течению от объекта воздействия.

Нормативы допустимых сбросов ЗВ – максимально допустимая масса ЗВ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, при установленном режиме водоотведения, при сбросе которой обеспечиваются нормативы качества воды водного объекта в контрольном створе.

Временные нормативы допустимых сбросов ЗВ – максимально допустимая масса ЗВ в составе сточных вод, отводимых в водный объект, при установленном режиме водоотведения на ограниченный промежуток времени, в течение которого выполняются мероприятия по достижению нормативов допустимых сбросов.

Контрольный створ – условное поперечное сечение водного объекта, в котором производят комплекс работ с целью получения данных о показателях качества воды и концентраций ЗВ.

Расчет и обоснование допустимых сбросов ЗВ в составе сточных вод производится в несколько этапов:

- 1) определение допустимых концентраций ЗВ;
- 2) обоснование списка нормируемых и контролируемых веществ;
- 3) определение временных нормативов качества воды (в случае необходимости);
- 4) составление плана водоохранных мероприятий.

Определение допустимых концентраций ЗВ в сточных водах, отводимых в водный объект

По таблице 3.1 устанавливаются допустимые концентрации для ХПК, БПК₅, взвешенным веществам, аммоний-иону, азоту общему, фосфору общему в зависимости от массы органических веществ, содержащихся в сточных водах и поступающих на очистные сооружения, определяемой по эквиваленту населения.

Эквивалент населения определяется по формуле

$$N_{\text{ЭКВ}} = \frac{C_{\text{пост}}^{\text{БПК}_5} \cdot Q_{\text{сут}}}{a}, \quad (3.1)$$

где a – количество ЗВ, вносимых одним человеком в сточные воды, $a = 60$ г / (чел.·сут);



$C_{\text{пост}}^{\text{БПК}_5}$ – концентрация ЗВ в сточных водах, поступающая на очистные сооружения, оцениваемая по показателю БПК₅, мг/дм³;
 $Q_{\text{сут}}$ – суточный расход сточных вод, м³/сут.

Таблица 3.1 – Допустимые концентрации ЗВ в очищенных сточных водах

| Эквивалент населения $N_{\text{ЭКВ}}$ | ХПК, мг/дм ³ | БПК ₅ , мг/дм ³ | Взвешенные вещества, мг/дм ³ | Аммоний-ион, мг/дм ³ | Азот общий, мг/дм ³ | Фосфор общий, мг/дм ³ |
|---|-------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| До 500 | 125 | 35 | 40 | н/н* | н/н | н/н |
| 501...2000 | 120 | 30 | 35 | 20 | н/н | н/н |
| 2001...10000 | 100 | 25 | 30 | 15 | н/н | н/н |
| 10001...100000 | 80 | 20 | 25 | н/н | 20 | 4,5 |
| Более 100000 | 70 | 15 | 20 | н/н | 15 | 2,0 |
| <i>Примечание</i> – * – н/н – показатель не нормируется | | | | | | |

Допустимые концентрации для остальных ЗВ рассчитываются с учетом ассимилирующей способности водных объектов по формуле

$$C_{\text{дон}} = \left[(n-1) \cdot (ПДК - C_{\phi}) \right] + ПДК, \quad (3.2)$$

где n – кратность разбавления отводимых сточных вод;

$ПДК$ – предельно допустимая концентрация ЗВ в воде, мг/дм³;

C_{ϕ} – фоновая концентрация ЗВ в водоеме, служащем приемником сточных вод, мг/дм³.

Кратность разбавления сточных вод рассчитывается по формуле

$$n = \frac{q + k_{\text{СМ}} \cdot Q}{q}, \quad (3.3)$$

где q – расход отводимых сточных вод, м³/с;

$k_{\text{СМ}}$ – коэффициент смешения сточных вод с массой водотока;

Q – расход воды в водотоке, служащем приемником сточных вод, м³/с.

Обоснование допустимых концентраций и сбросов в составе сточных вод

Осуществляется исходя из следующих условий:

– для веществ, нормируемых по таблице 3.1, допустимые концентрации устанавливаются по соответствующим значениям из таблицы;

– для *остальных* веществ:

а) если фактическая концентрация ЗВ в очищенных сточных водах меньше фоновой в водном объекте, вещество исключается из списка нормируемых веществ и становится контролируемым показателем;



б) если фактическая концентрация ЗВ в очищенных сточных водах больше фоновой, ПДК и расчетного значения допустимой концентрации, то устанавливается временная допустимая концентрация в размере фактических концентраций;

в) если фактическая концентрация ЗВ в составе сточных вод больше фоновой, но меньше расчетной концентрации и не превышает ПДК рыбохозяйственного водопользования, то в качестве допустимой концентрации устанавливается фоновая концентрация ЗВ в водном объекте;

г) если фактическая концентрация больше фоновой и ПДК, но меньше расчетной, то допустимая концентрация устанавливается по значению расчетной концентрации.

Определение временных нормативов качества воды

По результатам предыдущего этапа из списка ЗВ, сбрасываемых в водный объект, выделяются те, для которых устанавливаются временные допустимые концентрации.

Составление плана водоохранных мероприятий

Для веществ, для которых устанавливаются временные допустимые концентрации, составляется план мероприятий по достижению нормативов допустимых сбросов. Водоохранные мероприятия делятся на организационные и технологические. Организационные мероприятия могут включать разработку и распространение информационных материалов, дополнительные мероприятия мониторинга и контроля, назначение ответственных лиц и т. д. Технологические мероприятия могут заключаться в модернизации, строительстве и (или) реконструкции очистных сооружений, установлении режима сброса производственных сточных вод в систему коммунальной канализации, снижении массы ЗВ в сточных водах, поступающих на очистные сооружения. Набор мероприятий и последовательность их реализации определяются исходя из фактических условий функционирования предприятия. Результатом организационных мероприятий является усиление контроля, технологических – достижение допустимых сбросов, определенных по таблице 3.1 или формуле (3.2).

3.2 Практическая часть

Задача. Для коммунальных очистных сооружений МГУП «Водоканал» определите эквивалент населения и нормативы допустимых концентраций ЗВ в составе сточных вод на выходе с очистных сооружений биологической очистки. На очистные сооружения поступают хозяйственно-бытовые (канализация) сточные воды от жилого фонда и объектов социальной сферы, а также сточные воды строительного предприятия. Выпуск сточных вод осуществляется в р. Серебрянку на расстоянии 7 км от устья. Исходные данные для расчета приведены в таблицах 3.4 и 3.5. Сточные воды относятся к категории



смешанных. Результаты расчетов и обоснование допустимых концентраций представьте в форме таблицы 3.2, в которой выделите вещества, которые являются контролируемыми, и те, для которых устанавливаются временные нормативы.

Для веществ, для которых устанавливаются временные нормативы, разрабатываются водоохранные мероприятия по форме таблицы 3.3.

Студентом самостоятельно разрабатываются мероприятия и устанавливаются сроки исполнения, ответственный исполнитель (указывается должность и ФИО), указываются предполагаемые результаты выполнения мероприятий и достигаемые концентрации.

Таблица 3.2 – Обоснование допустимых концентраций и сбросов в составе сточных вод

| Наименование ЗВ | $C_{факт}$, мг/дм ³ | $C_{ф}$, мг/дм ³ | ПДК, мг/дм ³ | $C_{доп}$ (по таблице 3.1), мг/дм ³ | $C_{доп}$ (по формуле (3.2)), мг/дм ³ | Предлагаемое значение $C_{доп}$, мг/дм ³ |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------|--|--|--|
| ХПК | | | 30 | | | |
| БПК ₅ | | | 6,0 | | | |
| Взвешенные вещества | | | $C_{ф} + 0,25$ | | | |
| Минерализация (по сухому остатку) | | | 1000 | | | |
| Хлорид-ион | | | 300 | | | |
| Сульфат-ион | | | 100 | | | |
| Аммоний-ион | | | 0,39 | | | |
| Нефтепродукты | | | 0,05 | | | |
| СПАВ (анион) | | | 0,1 | | | |
| Формальдегид | | | 0,01 | | | |
| Фосфор общий | | | 0,2 | | | |

Таблица 3.3 – План мероприятий по достижению нормативов допустимых сбросов

| Наименование мероприятия | Срок выполнения | Ответственный исполнитель | Достижимый результат мероприятия | Планируемые нормативы допустимых концентраций |
|------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------------|---|
| <i>Организационные мероприятия</i> | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| <i>Технологические мероприятия</i> | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Таблица 3.4 – Характеристика сточных вод

| Вариант | ХПК | | БПК ₅ | | Взвешенные вещества | | Минерализация | | Хлорид-ион | | Сульфат-ион | | Аммоний-ион | | Нефте-продукты | | СПАВ (анион) | | Формаль-дегид | | Фосфор общий | |
|---------|----------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} | С _ф | С _{факт} |
| 1 | 7,3 | 23,08 | 1,7 | 6,26 | 121,1 | 6,6 | 11,33 | 420 | 593 | 15,2 | 43,65 | 33 | 31,71 | 0,18 | 1,29 | 0,04 | 0,22 | 0,03 | 0,238 | 0,005 | 0,007 | 2,50 |
| 2 | 8,4 | 21,87 | 1,9 | 6,84 | 124,3 | 6,8 | 11,28 | 425 | 586 | 14,8 | 44,87 | 32,8 | 30,84 | 0,09 | 1,42 | 0,03 | 0,28 | 0,01 | 0,244 | 0,004 | 0,005 | 2,48 |
| 3 | 7,8 | 24,01 | 1,6 | 6,03 | 125,8 | 6,4 | 10,89 | 484 | 544 | 16,2 | 43,54 | 33,9 | 32,02 | 0,12 | 1,58 | 0,04 | 0,24 | 0,05 | 0,311 | 0,008 | 0,009 | 2,57 |
| 4 | 6,5 | 18,17 | 1,4 | 5,83 | 123,6 | 6,2 | 12,01 | 411 | 498 | 17,1 | 41,38 | 33,4 | 31,88 | 0,25 | 1,34 | 0,05 | 0,26 | 0,04 | 0,289 | 0,005 | 0,010 | 2,64 |
| 5 | 4,3 | 14,95 | 1,9 | 4,99 | 122,7 | 7,1 | 11,64 | 398 | 466 | 15,4 | 39,99 | 33,2 | 31,12 | 0,24 | 1,64 | 0,04 | 0,31 | 0,03 | 0,256 | 0,001 | 0,003 | 2,88 |
| 6 | 6,8 | 17,66 | 1,7 | 5,72 | 115,8 | 5,9 | 11,51 | 416 | 591 | 15,6 | 45,63 | 32,9 | 32,56 | 0,19 | 1,33 | 0,03 | 0,41 | 0,01 | 0,302 | 0,001 | 0,002 | 2,34 |
| 7 | 7,1 | 18,54 | 1,5 | 7,12 | 119,6 | 6,1 | 10,77 | 408 | 573 | 16,8 | 42,24 | 33,7 | 32,42 | 0,17 | 1,18 | 0,02 | 0,31 | 0,02 | 0,244 | 0,004 | 0,008 | 2,27 |
| 8 | 8,2 | 20,36 | 1,4 | 6,48 | 121,8 | 6,5 | 12,26 | 399 | 544 | 16,4 | 43,98 | 34,1 | 30,98 | 0,08 | 1,16 | 0,04 | 0,25 | 0,03 | 0,283 | 0,003 | 0,006 | 2,12 |
| 9 | 9,3 | 22,22 | 1,9 | 6,19 | 120,6 | 6,3 | 12,11 | 388 | 476 | 14,6 | 44,12 | 33,4 | 30,54 | 0,32 | 1,28 | 0,03 | 0,26 | 0,05 | 0,256 | 0,006 | 0,012 | 2,18 |
| 10 | 6,8 | 22,68 | 1,8 | 6,25 | 121,7 | 6,7 | 11,68 | 420 | 465 | 15,9 | 43,21 | 33,6 | 30,36 | 0,15 | 1,98 | 0,05 | 0,29 | 0,04 | 0,278 | 0,002 | 0,004 | 2,68 |
| 11 | 8,4 | 21,01 | 1,7 | 6,44 | 121,6 | 5,8 | 11,02 | 350 | 444 | 15,1 | 42,68 | 32,7 | 31,25 | 0,18 | 1,57 | 0,04 | 0,18 | 0,01 | 0,198 | 0,001 | 0,003 | 2,77 |
| 12 | 7,5 | 20,09 | 1,6 | 6,34 | 122,2 | 7,2 | 11,47 | 388 | 589 | 14,9 | 42,96 | 32,4 | 31,86 | 0,19 | 1,65 | 0,03 | 0,26 | 0,02 | 0,224 | 0,006 | 0,007 | 2,44 |
| 13 | 7,3 | 19,99 | 1,5 | 5,98 | 121,3 | 6,9 | 10,88 | 412 | 599 | 16,1 | 42,36 | 34,4 | 31,78 | 0,21 | 1,34 | 0,05 | 0,23 | 0,03 | 0,264 | 0,005 | 0,009 | 2,31 |
| 14 | 6,9 | 15,84 | 1,8 | 7,01 | 120,8 | 6,6 | 10,98 | 425 | 581 | 16,2 | 41,76 | 34,1 | 31,44 | 0,23 | 1,28 | 0,03 | 0,25 | 0,05 | 0,268 | 0,001 | 0,002 | 2,77 |
| 15 | 5,8 | 16,73 | 1,9 | 5,95 | 121,4 | 6,3 | 11,09 | 386 | 564 | 15,8 | 40,54 | 33,5 | 30,22 | 0,20 | 1,85 | 0,04 | 0,19 | 0,03 | 0,186 | 0,004 | 0,008 | 2,23 |

Таблица 3.5 – Характеристика водотока-приемника сточных вод

| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Расход воды в водотоке Q , м ³ /с | 0,50 | 0,54 | 0,48 | 0,61 | 0,44 | 0,52 | 0,56 | 0,62 | 0,49 | 0,51 | 0,6 | 0,48 | 0,46 | 0,66 | 0,64 |
| Суточный расход сточных вод $Q_{сут}$, м ³ /сут | 1600 | 2000 | 1850 | 1650 | 1300 | 1600 | 2200 | 1500 | 1600 | 1800 | 2200 | 1400 | 1850 | 2000 | 1500 |
| Расход отводимых сточных вод q , м ³ /с | 0,018 | 0,022 | 0,021 | 0,019 | 0,014 | 0,016 | 0,025 | 0,07 | 0,018 | 0,02 | 0,024 | 0,015 | 0,021 | 0,022 | 0,017 |
| Коэффициент смешения сточных вод с массой водотока $k_{см}$ | 0,313 | 0,344 | 0,309 | 0,299 | 0,324 | 0,336 | 0,315 | 0,328 | 0,289 | 0,311 | 0,294 | 0,321 | 0,318 | 0,316 | 0,315 |

Вопросы, выносимые на защиту практической работы

1 Дайте определение фоновой и предельно допустимой концентрации.

2 В каком случае устанавливаются нормируемые и контролируемые показатели сброса сточных вод.

3 Перечислите этапы определения допустимых концентраций в сточных водах.

4 В чем заключаются организационные и технологические водоохраные мероприятия?

5 В соответствии с какими документами осуществляется определение допустимых концентраций в сточных водах?

4 Практическая работа № 4. Оценка качества атмосферного воздуха и риска здоровью населения на основе санитарно-гигиенического нормирования

Цель работы: изучить методологические основы санитарно-гигиенического нормирования, выполнить оценку качества воздуха населенных мест и риска здоровью населения на основе санитарно-гигиенического нормирования на примере городов Беларуси.

4.1 Теоретическая часть

Регулирование качества окружающей среды осуществляется на основе нормативного методологического подхода путем разработки и утверждения санитарно-гигиенических нормативов. Санитарно-гигиеническое нормирование осуществляется с целью установления предельно допустимых воздействий на окружающую среду, гарантирующих сохранение здоровья населения и безопасность биосферы в целом.

Санитарно-гигиенические нормативы устанавливаются по отношению к концентрациям ЗВ в воздухе, воде и почве, уровням физических воздействий (шуму, вибрации, напряженности электрического поля и т. д.). В соответствии с действующим законодательством качество атмосферного воздуха определяется предельно допустимыми концентрациями (ПДК) ЗВ в воздухе.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) ЗВ в атмосфере – это максимальная концентрация ЗВ в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного воздействия, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом.

В настоящее время используется несколько видов ПДК.

В зависимости от периода осреднения выделяют такие ПДК, как:

– максимальная разовая (*ПДК_{мр}*) – это максимальная концентрация примеси в атмосфере, определяемая по пробе, отобранной за 20...30-минут-



ный интервал времени;

– среднесуточная ($ПДК_{cc}$) – это концентрация примеси в атмосфере, отбираемая по среднесуточной пробе, которая представляет собой пробу воздуха, отбираемую в течение 24 ч непрерывно либо с равными интервалами, но не менее 4-х раз в сутки;

– среднемесячная – это концентрация примеси в атмосфере, определяемая как среднее значение среднесуточных или максимально разовых концентраций, измеряемых не менее 20 дней в месяц;

– среднегодовая – это концентрация примеси в атмосфере, определяемая как среднее значение среднесуточных или максимально разовых концентраций, измеряемых не менее 200 дней в год.

В зависимости от реципиентов выделяют такие ПДК, как:

– предельно допустимая концентрация для воздуха населенных мест ($ПДК_{ав}$);

– предельно допустимая концентрация для воздуха рабочей зоны ($ПДК_{рз}$).

В случае отсутствия значений ПДК применяются ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ).

Величина ПДК зависит от степени токсичности вещества, которая характеризуется классом опасности:

I класс – чрезвычайно опасные, $ПДК_{рз} < 0,1$ мг/м³;

II класс – высокоопасные вещества, $0,1 < ПДК_{рз} < 1$ мг/м³;

III класс – умеренно опасные вещества, $1 < ПДК_{рз} < 10$ мг/м³;

IV класс – малоопасные вещества, $ПДК_{рз} > 10$ мг/м³.

Класс опасности вещества зависит от характера его воздействия на организм. По этому признаку выделяют резорбтивные (воздействие на внутренние органы), рефлекторные (воздействие на органы чувств и дыхания) и рефлекторно-резорбтивные токсичные вещества.

Резорбтивное действие ЗВ – возможность развития общетоксических, гонотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в атмосферном воздухе, но и от длительности его вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается среднесуточная ПДК.

Рефлекторное действие ЗВ – реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей (ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и другие реакции). Данные эффекты возникают при кратковременном воздействии ЗВ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления максимальной разовой ПДК.

Рефлекторно-резорбтивное действие ЗВ – действие ЗВ, при котором эффекты на организм реализуются за счет влияния на нервные окончания в месте контакта с веществом и в результате всасывания вещества и поступления его в общий кровоток.

Для обеспечения экологической безопасности населенных пунктов должны соблюдаться ПДК для концентраций ЗВ в атмосферном воздухе. При наличии в атмосферном воздухе нескольких ЗВ рассчитывается **коэффициент комбинированного действия (ККД)**. ККД отражает характер воздействия одновременно присутствующих в атмосферном воздухе ЗВ, который может проявляться по типу

суммации неблагоприятных эффектов воздействия каждого из ЗВ.

$KKД$ рассчитывается по формуле

$$KKД = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (4.1)$$

где C_i – концентрация загрязняющего вещества в воздухе;

i – количество загрязняющих веществ.

Соблюдение нормативного качества воздуха и отсутствие риска повышения заболеваемости признается в следующих случаях:

$$KKД < 2 \quad \text{при } 2 \leq i \leq 4;$$

$$KKД < 3 \quad \text{при } 5 \leq i \leq 9;$$

$$KKД < 4 \quad \text{при } 10 \leq i \leq 20;$$

где i – количество загрязняющих веществ.

Санитарно-гигиенические нормативы могут служить основой для оценки рисков здоровью населения.

Для расчета **потенциального риска возникновения рефлекторных эффектов** при загрязнении атмосферного воздуха используются следующие формулы в зависимости от класса опасности веществ:

– для I класса

$$\text{Prob} = -9,15 + 11,66 \cdot \lg \frac{C}{ПДК_{м.р.}}; \quad (4.2)$$

– для II класса

$$\text{Prob} = -5,51 + 7,49 \cdot \lg \frac{C}{ПДК_{м.р.}}; \quad (4.3)$$

– для III класса

$$Y_2 = H_c \cdot S \cdot K_9 \cdot K_{хим} \cdot k; \quad (4.4)$$

– для IV класса

$$\text{Prob} = -1,41 + 2,33 \cdot \lg \frac{C}{ПДК_{м.р.}}, \quad (4.5)$$

где C – максимальная концентрация воздействующего вещества;

$ПДК_{м.р.}$ – максимально-разовая ПДК;

Prob – величина, связанная с риском по закону нормального вероятностного распределения.

Вероятность развития рефлекторных эффектов при кратковременном воздействии в заданных условиях Risk связана с Prob табличным интегралом; значения нормально-вероятностного распределения представлены в таблице 4.1.



Таблица 4.1 – Значения нормально-вероятностного распределения

| Prob | Risk | Prob | Risk | Prob | Risk | Prob | Risk | Prob | Risk | Prob | Risk | Prob | Risk |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| -3,0 | 0,001 | -1,5 | 0,067 | -0,8 | 0,212 | -0,1 | 0,460 | 0,6 | 0,726 | 1,3 | 0,903 | 2,0 | 0,977 |
| -2,5 | 0,006 | -1,4 | 0,081 | -0,7 | 0,242 | 0,0 | 0,50 | 0,7 | 0,756 | 1,4 | 0,919 | 2,5 | 0,994 |
| -2,0 | 0,023 | -1,3 | 0,097 | -0,6 | 0,274 | 0,1 | 0,540 | 0,8 | 0,788 | 1,5 | 0,933 | 3,0 | 0,999 |
| -1,9 | 0,029 | -1,2 | 0,115 | -0,5 | 0,309 | 0,2 | 0,579 | 0,9 | 0,816 | 1,6 | 0,945 | | |
| -1,8 | 0,036 | -1,1 | 0,130 | -0,4 | 0,345 | 0,3 | 0,618 | 1,0 | 0,814 | 1,7 | 0,955 | | |
| -1,7 | 0,045 | -1,0 | 0,157 | -0,3 | 0,382 | 0,4 | 0,655 | 1,1 | 0,864 | 1,8 | 0,964 | | |
| -1,6 | 0,055 | -0,9 | 0,184 | -0,2 | 0,421 | 0,5 | 0,692 | 1,2 | 0,885 | 1,9 | 0,971 | | |

Потенциальный риск хронического воздействия ЗВ или материала на здоровье человека Risk определяется по формуле

$$\text{Risk} = 1 - \exp \cdot \ln(0,84) \cdot \frac{\left(\frac{c_i}{\text{ПДК}_{cc}^i} \right)^b}{k_3}, \quad (4.6)$$

где c_i – концентрация вещества, оказывающая воздействие за заданный период времени;

ПДК_{cc}^i – среднесуточная предельно допустимая концентрация;

k_3 – коэффициент запаса (значения меняются в зависимости от класса опасности вещества: I класс – 7,5; II класс – 6,0; III класс – 4,5; IV класс – 3);

b – коэффициент опасности веществ (значения меняются в зависимости от класса опасности вещества: I класс – 2,35; II – 1,28; III – 1,0; IV – 0,87).

Степень риска влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения оценивается в следующих интервалах:

Risk < 0,02 – приемлемый риск;

Risk от 0,02 до 0,16 – удовлетворительный риск;

Risk от 0,16 до 0,50 – неудовлетворительный риск;

Risk от 0,50 до 0,84 – опасный риск;

Risk от 0,84 до 1,0 – чрезвычайно опасный риск.

4.2 Практическая часть

Задача 1. Рассчитайте *ККД* для городов Беларуси по годам наблюдений. Определите, соответствуют ли рассчитанные величины *ККД* нормативным значениям. Сделайте выводы о наличии или отсутствии загрязнения воздуха по годам наблюдений и о динамике *ККД*. Содержание ЗВ в воздухе городов представлено в таблице 4.2, ПДК_{cc} . ЗВ в атмосферном воздухе населенных мест – в таблице 4.3. Для отчета: заполнить таблицу 4.4, выполнить расчеты *ККД* (см. формулу (4.1)), сделать выводы об уровне риска.

Таблица 4.2 – Содержание 3В в воздухе городов Беларуси по годам наблюдений

| Город | Содержание загрязняющих веществ по годам наблюдений, мг/м ³ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|---------|---------|---------------------------------|---------|---------|--------------|---------|---------|----------------|---------|---------|---------------|---------|---------|-------------|---------|---------|--|--|--|--|--|--|
| | Пыль | | | Твердые частицы (фракции РМ-10) | | | Диоксид серы | | | Оксид углерода | | | Диоксид азота | | | Оксид азота | | | | | | | | |
| | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | | | | | | |
| Бобруйск | 0,01 | 0,011 | 0,013 | 0 | 0 | 0 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,931 | 0,738 | 0,879 | 0,038 | 0,024 | 0,033 | 0,011 | 0,013 | 0,008 | | | | | | |
| Брест | 0,028 | 0,027 | 0,035 | 0,03 | 0,027 | 0,022 | 0,01 | 0,01 | 0,015 | 0,613 | 0,797 | 0,913 | 0,026 | 0,033 | 0,034 | 0,016 | 0,016 | 0,009 | | | | | | |
| Витебск | 0,103 | 0,087 | 0,072 | 0,02 | 0,012 | 0,017 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,757 | 0,61 | 0,53 | 0,032 | 0,035 | 0,041 | 0,012 | 0,013 | 0,011 | | | | | | |
| Гомель | 0,053 | 0,029 | 0,033 | 0,022 | 0,031 | 0,038 | 0,016 | 0,009 | 0,0001 | 0,496 | 0,422 | 0,502 | 0,02 | 0,021 | 0,026 | 0,016 | 0,005 | 0,029 | | | | | | |
| Гродно | 0,051 | 0,037 | 0,031 | 0,02 | 0,024 | 0,021 | 0,01 | 0,009 | 0,015 | 0,688 | 0,72 | 0,509 | 0,033 | 0,022 | 0,028 | 0,01 | 0,02 | 0,018 | | | | | | |
| Минск | 0,035 | 0,025 | 0,021 | 0,034 | 0,031 | 0,022 | 0,011 | 0,01 | 0,012 | 0,989 | 0,876 | 0,678 | 0,046 | 0,041 | 0,037 | 0,016 | 0,021 | 0,02 | | | | | | |
| Могилев | 0,042 | 0,044 | 0,027 | 0,024 | 0,02 | 0,028 | 0,021 | 0,023 | 0,018 | 0,943 | 0,67 | 0,53 | 0,052 | 0,05 | 0,051 | 0,034 | 0,024 | 0,019 | | | | | | |
| Мозырь | 0,066 | 0,056 | 0,053 | 0 | 0 | 0 | 0,0003 | 0,0002 | 0,0003 | 0,437 | 0,639 | 0,565 | 0,023 | 0,02 | 0,021 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Новополоцк | 0,015 | 0,024 | 0,015 | 0,018 | 0,018 | 0,022 | 0,02 | 0,025 | 0,032 | 1,501 | 0,677 | 0,916 | 0,041 | 0,054 | 0,046 | 0,008 | 0,018 | 0,016 | | | | | | |
| Орша | 0,015 | 0,016 | 0,012 | 0 | 0 | 0 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 1,056 | 0,798 | 0,781 | 0,025 | 0,025 | 0,023 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Пинск | 0,057 | 0,052 | 0,043 | 0 | 0 | 0 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,491 | 0,481 | 0,507 | 0,033 | 0,032 | 0,022 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Полоцк | 0,025 | 0,018 | 0,015 | 0,02 | 0,022 | 0,016 | 0,027 | 0,057 | 0,04 | 1,439 | 0,788 | 1,021 | 0,052 | 0,063 | 0,058 | 0,011 | 0,01 | 0,017 | | | | | | |
| Светлогорск | 0,059 | 0,035 | 0,05 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,955 | 0,675 | 0,751 | 0,039 | 0,034 | 0,032 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Солигорск | 0,02 | 0,025 | 0,03 | 0,011 | 0,023 | 0,021 | 0,001 | 0,002 | 0,024 | 0,666 | 0,337 | 0,419 | 0,02 | 0,011 | 0,013 | 0,011 | 0,009 | 0,01 | | | | | | |
| Речица | 0,094 | 0,088 | 0,063 | 0 | 0 | 0 | 0,0004 | 0,0006 | 0,0004 | 0,563 | 0,477 | 0,471 | 0,027 | 0,032 | 0,035 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| Жлобин | 0,085 | 0,011 | 0,08 | 0,026 | 0,021 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0,311 | 0,265 | 0,406 | 0,011 | 0,015 | 0,031 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |

Таблица 4.3 – ПДК ЗВ в атмосферном воздухе населенных мест

| Наименование ЗВ | ПДК, мг/м ³ | | | Класс опасности |
|---------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | ПДК _{с.г} | ПДК _{с.с} | ПДК _{м.р} | |
| Пыль | 0,1 | 0,15 | 0,3 | III |
| Твердые частицы (фракции РМ-10) | 0,04 | 0,05 | 0,15 | II |
| Диоксид серы | 0,05 | 0,2 | 0,5 | III |
| Оксид углерода | 0,5 | 3 | 5 | IV |
| Диоксид азота | 0,04 | 0,1 | 0,25 | II |
| Оксид азота | 0,1 | 0,24 | 0,4 | III |
| Аммиак | – | – | 0,2 | IV |
| Формальдегид | – | 0,012 | 0,03 | II |

Таблица 4.4 – Содержание ЗВ и значения ККД по годам наблюдений

| Наименование ЗВ | Содержание ЗВ по годам наблюдений, мг/м ³ | | | ПДК _{с.г} , мг/м ³ |
|-----------------|--|---------|---------|--|
| | 2010 г. | 2012 г. | 2014 г. | |
| Пыль | | | | |
| Твердые частицы | | | | |
| Диоксид серы | | | | |
| Оксид углерода | | | | |
| Диоксид азота | | | | |
| Оксид азота | | | | |
| ККД | | | | |

Задача 2. Оцените вероятность (риск) возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении атмосферного воздуха в городах Беларуси, используя для расчета формулы (4.2)–(4.5) в зависимости от класса опасности веществ. Концентрации ЗВ по годам наблюдений представлены в таблице 4.5, классы опасности веществ и ПДК_{м.р.} – в таблице 4.3. Результаты расчетов оформите в виде таблицы 4.6. Используя таблицу 4.1, определите значения риска в разные годы и сделайте вывод о его динамике.

Таблица 4.5 – Максимальная разовая концентрация ЗВ в воздухе городов Беларуси по годам наблюдений

| Город | Максимальная концентрация загрязняющих веществ, мг/м ³ | | | | | | | |
|----------|---|---------|--------------|---------|---------------|---------|--------------|---------|
| | Аммиак | | Диоксид Серы | | Диоксид Азота | | Формальдегид | |
| | 2010 г. | 2015 г. | 2010 г. | 2015 г. | 2010 г. | 2015 г. | 2010 г. | 2015 г. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Бобруйск | 0,302 | 0,067 | – | – | 0,54 | 0,16 | 0,042 | 0,036 |
| Брест | – | – | 0,220 | 0,117 | 0,27 | 0,46 | 0,074 | 0,066 |
| Витебск | 0,368 | 0,229 | – | – | 0,84 | 0,25 | 0,051 | 0,038 |



Окончание таблицы 4.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Гомель | – | – | 0,158 | 0,471 | 0,33 | 0,22 | 0,066 | 0,043 |
| Гродно | 0,486 | 0,152 | – | – | 0,85 | 0,24 | 0,048 | 0,052 |
| Минск | – | – | 0,924 | 0,355 | 0,97 | 0,82 | 0,066 | 0,043 |
| Могилев | – | – | 2,618 | 0,183 | 2,05 | 0,49 | 0,098 | 0,093 |
| Мозырь | 0,288 | 0,406 | – | – | 0,27 | 0,23 | 0,069 | 0,052 |
| Новополоцк | – | – | 1,726 | 4,021 | 0,79 | 0,48 | 0,054 | 0,046 |
| Орша | 0,396 | 0,108 | – | – | 0,31 | 0,15 | 0,046 | 0,054 |
| Пинск | 0,166 | 0,068 | – | – | 0,28 | 0,30 | 0,052 | 0,064 |
| Полоцк | – | – | 0,861 | 1,668 | 0,64 | 0,51 | 0,058 | 0,036 |
| Светлогорск | 0,266 | 0,354 | – | – | 0,15 | 0,11 | 0,036 | 0,041 |
| Солигорск | – | – | 0,328 | 0,102 | 0,10 | 0,25 | 0,042 | 0,034 |
| Речица | 0,108 | 0,036 | – | – | 0,13 | 0,17 | 0,030 | 0,023 |
| Жлобин | 0,126 | 0,218 | – | – | 0,18 | 0,23 | 0,062 | 0,050 |

Таблица 4.6 – Оценка риска возникновения рефлекторных эффектов в городе

| Год | Максимальная разовая концентрация ЗВ, мг/м ³ | Prob | Risk | Оценка риска |
|----------------------|---|------|------|--------------|
| Диоксид азота | | | | |
| 2010 | | | | |
| 2015 | | | | |
| Формальдегид | | | | |
| 2010 | | | | |
| 2015 | | | | |
| Диоксид серы | | | | |
| 2010 | | | | |
| 2015 | | | | |
| Аммиак | | | | |
| 2010 | | | | |
| 2015 | | | | |

Задача 3. Оцените риск хронического воздействия на жителей города трех основных ЗВ (пыли, оксида углерода и диоксида азота), загрязняющих атмосферный воздух, используя формулу (4.6). Содержание ЗВ в воздухе представлено в таблице 4.2, ПДК_{сс} ЗВ – в таблице 4.3. Для отчета: заполнить таблицу 4.7, выполнить расчет риска и его оценку, сделать выводы.



Таблица 4.7 – Оценка величины потенциального риска хронического воздействия загрязняющих веществ в городе

| Наименование ЗВ | Содержание ЗВ, мг/м ³ | | ПДК _{сс} , мг/м ³ | R (Risk) | | Оценка риска | |
|-----------------|----------------------------------|---------|---------------------------------------|----------|---------|--------------|---------|
| | 2010 г. | 2014 г. | | 2010 г. | 2014 г. | 2010 г. | 2014 г. |
| Пыль | | | | | | | |
| Оксид углерода | | | | | | | |
| Диоксид азота | | | | | | | |
| Суммарный R | – | – | – | | | | |

Вопросы, выносимые на защиту практической работы

- 1 В чем заключается цель санитарно-гигиенического нормирования?
- 2 Дайте определение ПДК.
- 3 Какие виды ПДК выделяют?
- 4 Какие выделяют классы опасности веществ?
- 5 В чем заключается резорбтивное действие ЗВ?
- 6 В чем заключается рефлекторное действие ЗВ?
- 7 Что показывает ККД? По какой формуле он рассчитывается?

5 Практическая работа № 5. Оценка эколого-экономического ущерба

Цель работы: изучить методику и выполнить оценку эколого-экономического ущерба на основе эмпирического метода одной из областей Беларуси.

5.1 Теоретическая часть

Под *эколого-экономическим ущербом* понимают фактические и возможные убытки, причиняемые хозяйству и человеку в результате ухудшения качества окружающей среды, и дополнительные затраты на компенсацию этих убытков.

Эколого-экономический ущерб – это изменение полезности окружающей среды вследствие её загрязнения. Но эколого-экономический ущерб проявляется не только в недополученной продукции и иных материальных утратах, но и в потере нематериальных ценностей – ухудшение здоровья человека, изменение возможностей развития и воспитания личности вследствие исчезновения привычного ландшафта и разрушений архитектурных и исторических памятников и т. д.

Эколого-экономическая оценка ущерба, нанесенного окружающей природной среде, заключается в определении фактических и возможных (предотвращаемых) материальных и финансовых потерь и убытков от ухудшения в результате антропогенного воздействия качественных и количественных параметров окружающей природной среды в целом и ее отдельных



эколого-ресурсных компонентов (водные ресурсы, земельные ресурсы, ресурсы растительного и животного мира).

Для количественной оценки эколого-экономического ущерба используют три основных метода:

1) метод прямого расчета, базирующейся на сравнении показателей загрязненного и условно чистого (контрольного) районов;

2) аналитический, основанный на получении математических зависимостей между показателями состояния соответствующей экономической системы и уровнем загрязнения окружающей среды;

3) эмпирический, суть которого заключается в том, что зависимость ущерба от уровня загрязнения, полученная на основе двух первых методов на отдельных объектах, обобщается и переносится на однородные исследуемые и объект.

Для оценки эколого-экономического ущерба для регионов чаще всего используется эмпирический метод. Рассмотрим основные особенности метода. Общий ущерб от загрязнения окружающей среды в рамках данного подхода рассчитывается по формуле

$$Y = Y_a + Y_e + Y_n, \quad (5.1)$$

где Y – общий ущерб от загрязнения окружающей среды, р.;

Y_a – ущерб от загрязнения атмосферного воздуха, р.;

Y_e – ущерб от загрязнения водных объектов, р.;

Y_n – ущерб от загрязнения и истощения почв, р.

Ущерб от загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов

Идея эмпирического метода для расчета ущерба от загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов состоит в том, что сначала все вредные вещества, выбрасываемые в атмосферный воздух или водные объекты, приводятся к монозагрязнителю, нельзя напрямую сложить 500 кг ртути и 500 кг диоксида серы. Такая операция имеет смысл тогда, когда вводится весовой коэффициент A_i , учитывающий, во сколько раз одно вредное вещество опаснее другого. Выражение $A_i \cdot m_i$ называется приведенной массой выбросов (сбросов). Приведенная масса измеряется в условных тоннах.

Кроме приведения к монозагрязнителю, в эмпирическом подходе используется коэффициент относительной опасности загрязнения территории σ , который учитывает особенности и социальную значимость территории, т. к. способность окружающей среды к самоочищению во многом определяется ее географическим положением и особенностями функционирования экосистем.

Расчет годовых величин экономического ущерба от загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов производится по формуле

$$Y_{a(e)} = \gamma \cdot \sigma \cdot \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (5.2)$$



где U_a – ущерб от загрязнения атмосферного воздуха, р.;

U_v – ущерб от загрязнения водных объектов, р.;

γ – удельный ущерб от единицы выбросов, р./усл. т.;

σ – коэффициент, учитывающий региональные особенности территории, подверженной вредному воздействию, и связанный с относительной опасностью её загрязнения.

A_i – коэффициент приведения примеси к монозагрязнителю, усл. т/т (таблицы 5.1 и 5.2);

m_i – масса выброса i -го вида примеси, т;

n – количество вредных веществ.

Удельный ущерб γ от единицы выбросов (сбросов) принимается равным базовому нормативу платы за выброс (сброс) 1 т ЗВ в пределах установленных лимитов с применением коэффициента индексации и повышающего коэффициента 5 и определяется по формуле

$$\gamma = 5 n_{\sigma} k, \quad (5.3)$$

где n_{σ} – базовый норматив платы за выброс (сброс) ЗВ в пределах установленного лимита, р./т;

k – коэффициент, учитывающий изменение цен (таблица 5.3).

При наличии в регионе различных типов территорий рассчитывается коэффициент σ , учитывающий региональные особенности. Коэффициент σ может рассчитываться как средневзвешенное значение коэффициентов относительной опасности для территорий различных типов x_i по формуле

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \sigma_i}{100}, \quad (5.4)$$

где σ – средневзвешенное значение коэффициента относительной опасности загрязнения территории;

x_i – доля i -го участка территории (таблица 5.4), %;

σ_i – коэффициент относительной опасности загрязнения i -го участка территории (таблица 5.5).

Таблица 5.1 – Приведенная масса выбросов в атмосферный воздух

| Наименование ЗВ | Масса выброса m , т | Коэффициент приведения A , усл. т/т | Приведенная масса выброса, усл. т |
|-------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| CO | | 1 | |
| NO ₂ | | 41,1 | |
| SO ₂ | | 22 | |
| C _x H _y | | 3,16 | |
| Сажа | | 1,5 | |
| Итого | | | |



Масса выбросов загрязняющих веществ m_i , поступающих в атмосферу, представлена в таблице 5.6.

При расчете экономического ущерба от загрязнения водных объектов U_v значение коэффициента σ для водных объектов представлено в таблице 5.7, а масса сбрасываемых в реки загрязняющих веществ m_i в таблице 5.8.

Таблица 5.2 – Приведенная масса сбросов в водные объекты

| Наименование ЗВ | Масса выброса m , т | Коэффициент приведения A , усл. т/т | Приведенная масса выброса, усл. т |
|---|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Органические вещества по БПК ₅ | | 1 | |
| Азот аммонийный | | 0,2 | |
| Фосфаты | | 2,0 | |
| Нитраты | | 12,5 | |
| Нефтепродукты | | 15 | |
| СПАВ | | 5 | |
| Итого | | | |

Таблица 5.3 – Коэффициент, учитывающий изменение цен

| Год | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Индекс изменения цен | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 |

Таблица 5.4 – Структура типов земель по областям Беларуси

В процентах

| Категория земель | Область | | | | | |
|---|-----------|-----------|------------|-------------|---------|-------------|
| | Брестская | Витебская | Гомельская | Гродненская | Минская | Могилевская |
| Сельскохозяйственные земли | 42,3 | 36,6 | 32,7 | 49 | 46,2 | 44,2 |
| Лесные земли | 28 | 38 | 46,2 | 27,8 | 32,3 | 38,0 |
| Земли под древесно-кустарниковой растительностью | 2,8 | 7,3 | 2,8 | 2,4 | 2,4 | 5,0 |
| Земли под болотами | 4,2 | 2,0 | 2,3 | 1,7 | 0,8 | 2,9 |
| Особо охраняемые природные территории | 14,4 | 9,5 | 7,4 | 10,1 | 9,3 | 3,0 |
| Земли под водными объектами | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,3 | 2,0 | 1,2 |
| Земли под населенными пунктами | 1,9 | 1,3 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 1,7 |
| Земли под дорогами, иными транспортными коммуникациями и земли общего пользования | 2,7 | 2,1 | 2,5 | 2,5 | 2,9 | 2,3 |
| Неиспользуемые, нарушенные и иные земли | 2,5 | 1,7 | 3,1 | 3,4 | 2,1 | 1,7 |



Таблица 5.5 – Значения показателя относительной опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов σ

| Тип загрязняемой территории | Значение σ |
|---|-------------------|
| Курорты, санатории, особо охраняемые природные территории | 10 |
| Земли населенных пунктов | 8 |
| Земли общего пользования и транспортных коммуникаций | 4 |
| Леса | 0,2 |
| Древесно-кустарниковая растительность | 0,1 |
| Сельскохозяйственные земли | 0,15 |
| Земли под болотами | 0,2 |
| Земли под водными объектами | 0,1 |
| Прочие земли | 0,1 |

Таблица 5.6 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу

В тысячах тонн

| Год | Область | Всего | СО | NO ₂ | SO ₂ | C _x H _y | Сажа |
|------|-------------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------------------------------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2010 | Брестская | 141,9 | 91,3 | 15,9 | 0,4 | 29,4 | 4,9 |
| | Витебская | 117,9 | 76,1 | 13,0 | 0,3 | 24,3 | 4,2 |
| | Гомельская | 128,9 | 83,3 | 14,3 | 0,4 | 26,6 | 4,3 |
| | Гродненская | 131,2 | 85,6 | 14,2 | 0,4 | 26,8 | 4,2 |
| | Минская | 335,8 | 226,3 | 33,2 | 0,9 | 66 | 9,4 |
| | Могилевская | 86,5 | 56,5 | 9,3 | 0,2 | 17,7 | 2,8 |
| 2011 | Брестская | 149,1 | 95,0 | 17,3 | 0,4 | 31,2 | 5,2 |
| | Витебская | 117,3 | 74,5 | 13,7 | 0,3 | 24,5 | 4,1 |
| | Гомельская | 123,9 | 79,0 | 14,4 | 0,4 | 25,9 | 4,3 |
| | Гродненская | 123,2 | 79,0 | 14,1 | 0,4 | 25,6 | 4,2 |
| | Минская | 350,4 | 233,7 | 36,3 | 1 | 69,5 | 10 |
| | Могилевская | 80,5 | 51,7 | 9,1 | 0,2 | 16,7 | 2,7 |
| 2012 | Брестская | 133,8 | 84,3 | 15,7 | 0,4 | 28,6 | 4,9 |
| | Витебская | 113,4 | 71,2 | 13,4 | 0,3 | 24,2 | 4,3 |
| | Гомельская | 126,7 | 80,2 | 14,7 | 0,4 | 26,8 | 4,7 |
| | Гродненская | 113,3 | 72,2 | 13,0 | 0,3 | 23,9 | 3,9 |
| | Минская | 383,2 | 255,8 | 39,1 | 1,1 | 77,1 | 10,1 |
| | Могилевская | 85,4 | 54,6 | 9,7 | 0,2 | 17,9 | 2,9 |
| 2013 | Брестская | 138,4 | 88,1 | 16,0 | 0,1 | 29,4 | 4,8 |
| | Витебская | 120,3 | 77,0 | 13,7 | 0,0 | 25,4 | 4,2 |
| | Гомельская | 123,2 | 78,2 | 14,3 | 0,0 | 26,2 | 4,5 |
| | Гродненская | 116,8 | 75,4 | 13,2 | 0,0 | 24,5 | 3,9 |
| | Минская | 343 | 229,9 | 34,9 | 0,2 | 69 | 9 |
| | Могилевская | 86,7 | 56,0 | 9,6 | 0,0 | 18,2 | 2,9 |
| 2014 | Брестская | 127,8 | 81,2 | 14,8 | 0,0 | 27,3 | 4,5 |
| | Витебская | 110,0 | 70,7 | 12,4 | 0,0 | 23,1 | 3,8 |
| | Гомельская | 113,7 | 71,7 | 13,4 | 0,0 | 24,4 | 4,2 |
| | Гродненская | 107,4 | 69,4 | 12,0 | 0,0 | 22,5 | 3,5 |
| | Минская | 339,5 | 229,7 | 33,6 | 0,2 | 67,6 | 8,4 |
| | Могилевская | 82,4 | 53,8 | 8,9 | 0,0 | 17,1 | 2,6 |



Окончание таблицы 5.6

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------|-------------|-------|-------|------|-----|------|-----|
| 2015 | Брестская | 116,3 | 74,3 | 13,3 | 0,0 | 24,7 | 4,0 |
| | Витебская | 96,4 | 62,3 | 10,7 | 0,0 | 20,1 | 3,3 |
| | Гомельская | 106,0 | 67,6 | 12,1 | 0,0 | 22,5 | 3,8 |
| | Гродненская | 97,8 | 63,6 | 10,7 | 0,0 | 20,4 | 3,1 |
| | Минская | 305,8 | 207,4 | 30 | 0,1 | 60,9 | 7,4 |
| | Могилевская | 78,3 | 51,7 | 8,3 | 0,0 | 16,0 | 2,3 |
| 2016 | Брестская | 117,5 | 74,9 | 13,5 | 0,0 | 25,1 | 4,0 |
| | Витебская | 93,5 | 60,6 | 10,3 | 0,0 | 19,5 | 3,1 |
| | Гомельская | 103,1 | 65,8 | 11,8 | 0,0 | 21,9 | 3,6 |
| | Гродненская | 95,1 | 61,8 | 10,4 | 0,0 | 19,9 | 3,0 |
| | Минская | 305,8 | 207,7 | 29,9 | 0,0 | 60,9 | 7,3 |
| | Могилевская | 76,7 | 50,5 | 8,1 | 0,0 | 15,8 | 2,3 |

Таблица 5.7 – Значения показателя относительной опасности загрязнения для речных бассейнов Беларуси

| Наименование реки | Значение σ |
|-------------------|-------------------|
| Западная Двина | 1,4 |
| Неман | 1,3 |
| Днепр | 2,2 |
| Припять | 1,4 |
| Березина | 2,0 |
| Свислочь | 1,52 |
| Сож | 2,0 |
| Западный Буг | 1,4 |

Таблица 5.8 – Сбросы загрязняющих веществ в бассейны рек Беларуси

| Год | Бассейн реки | Органические вещества по БПК ₅ , т | Аммоний-ион, т | Фосфат-ион, т | Нитрат-ион, т | Нефтепродукты, т | СПАВ, т |
|------|--------------|---|----------------|---------------|---------------|------------------|---------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 2010 | Зап. Двина | 3117,8 | 589,5 | 39,3 | 1152,8 | 23,58 | 37,99 |
| | Неман | 2375,4 | 460,1 | 535 | 6912,2 | 34,24 | 46,01 |
| | Зап. Буг | 5451,4 | 679 | 368,6 | 9273,2 | 54,32 | 106,7 |
| | Днепр | 3328 | 426,4 | 104 | 4139,2 | 62,4 | 41,6 |
| | Сож | 2883,6 | 267,3 | 56,7 | 2146,5 | 72,9 | 72,9 |
| | Березина | 7539,6 | 1771,6 | 226,6 | 10114,6 | 1462,6 | 144,2 |
| | Свислочь | 4632 | 656 | 88 | 5592 | 632 | 64 |
| | Припять | 4437,6 | 860 | 120,4 | 3044,4 | 27,52 | 29,24 |
| 2011 | Зап. Двина | 3085,8 | 625,5 | 41,7 | 1723,6 | 30,58 | 43,09 |
| | Неман | 2416,8 | 381,6 | 42,4 | 5724 | 25,44 | 51,94 |
| | Зап. Буг | 5866,7 | 954,1 | 304,5 | 11063,5 | 142,1 | 131,95 |
| | Днепр | 3224 | 332,8 | 93,6 | 4784 | 83,2 | 20,8 |
| | Сож | 2796,2 | 270,6 | 57,4 | 2943,8 | 533 | 49,2 |
| | Березина | 7662,6 | 1089 | 158,4 | 7365,6 | 1603,8 | 158,4 |
| | Свислочь | 4665,6 | 550,8 | 97,2 | 5556,6 | 72,9 | 48,6 |
| | Припять | 4593,6 | 748,2 | 87 | 2697 | 133,98 | 81,78 |



Окончание таблицы 5.8

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------|------------|--------|-------|-------|---------|--------|--------|
| 2012 | Зап. Двина | 3130,2 | 408,9 | 56,4 | 4117,2 | 16,92 | 15,51 |
| | Неман | 2151,3 | 242,4 | 40,4 | 4383,4 | 25,25 | 30,3 |
| | Зап. Буг | 5838 | 1134 | 399 | 8190 | 63 | 102,9 |
| | Днепр | 3296 | 360,5 | 103 | 4336,3 | 61,8 | 18,54 |
| | Сож | 2846,9 | 249 | 58,1 | 2722,4 | 36,52 | 16,6 |
| | Березина | 9662,4 | 970,2 | 118,8 | 10969,2 | 130,68 | 87,12 |
| | Свислочь | 4200 | 243,6 | 50,4 | 3570 | 57,12 | 63,84 |
| | Припять | 4761,4 | 787,6 | 107,4 | 3651,6 | 55,49 | 68,02 |
| 2013 | Зап. Двина | 2994,6 | 317,4 | 69 | 4029,6 | 12,42 | 24,84 |
| | Неман | 2183,6 | 236,9 | 51,5 | 5057,3 | 22,66 | 26,78 |
| | Зап. Буг | 5510 | 684 | 266 | 12103 | 43,7 | 85,5 |
| | Днепр | 3074 | 371 | 106 | 4685,2 | 53 | 23,32 |
| | Сож | 2116,8 | 244,8 | 50,4 | 2578,4 | 33,12 | 34,56 |
| | Березина | 5312,6 | 1111 | 202 | 10544,4 | 115,14 | 109,08 |
| | Свислочь | 1994,4 | 223,2 | 28,8 | 2966,4 | 50,4 | 43,2 |
| | Припять | 4593,6 | 643,8 | 104,4 | 4384,8 | 43,5 | 69,6 |
| 2014 | Зап. Двина | 2945,5 | 356,2 | 54,8 | 2794,8 | 13,152 | 23,29 |
| | Неман | 1541,5 | 276 | 57,5 | 6624 | 24,15 | 33,35 |
| | Зап. Буг | 4075,5 | 1170 | 312 | 10803 | 42,9 | 105,3 |
| | Днепр | 2400 | 355,2 | 86,4 | 4464 | 26,88 | 24 |
| | Сож | 1792 | 238 | 56 | 2695 | 8,4 | 68,6 |
| | Березина | 4643,5 | 925 | 148 | 8436 | 133,2 | 218,3 |
| | Свислочь | 1807,8 | 276 | 41,4 | 3360,3 | 35,19 | 69 |
| | Припять | 4267,2 | 554,4 | 84 | 5208 | 45,36 | 63,84 |
| 2015 | Зап. Двина | 3113,6 | 305,8 | 55,6 | 2835,6 | 14,039 | 22,24 |
| | Неман | 2462,4 | 216,6 | 57 | 5198,4 | 22,8 | 35,34 |
| | Зап. Буг | 3423 | 700,9 | 260,8 | 6291,8 | 29,34 | 68,46 |
| | Днепр | 2565 | 294,5 | 85,5 | 4550,5 | 2,85 | 23,75 |
| | Сож | 1536 | 185,6 | 51,2 | 2809,6 | 44,8 | 42,24 |
| | Березина | 4526 | 730 | 131,4 | 7694,2 | 73 | 110,96 |
| | Свислочь | 1472 | 275,2 | 44,8 | 3372,8 | 230,4 | 62,72 |
| | Припять | 4050 | 567 | 81 | 4098,6 | 32,4 | 139,32 |
| 2016 | Зап. Двина | 3186,1 | 317,1 | 90,6 | 4243,1 | 12,986 | 21,14 |
| | Неман | 2835 | 216 | 67,5 | 6736,5 | 31,05 | 35,1 |
| | Зап. Буг | 4781,7 | 869,4 | 310,5 | 13372,2 | 41,4 | 89,01 |
| | Днепр | 3287,5 | 387,5 | 100 | 5512,5 | 25 | 31,25 |
| | Сож | 2000 | 216 | 56 | 3144 | 48 | 56 |
| | Березина | 5931,2 | 827,2 | 158,4 | 12636,8 | 352 | 88 |
| | Свислочь | 2192 | 352 | 56 | 5104 | 72 | 79,2 |
| | Припять | 5203 | 752,5 | 129 | 5353,5 | 129 | 172 |

Ущерб от загрязнения и истощения почв

Экономическая оценка ущерба от загрязнения и истощения почв рассчитывается по формуле

$$Y_n = Y_1 + Y_2 + Y_3, \quad (5.5)$$

где U_n – экономический ущерб от деградации и загрязнения почв, р.;
 U_1 – экономический ущерб от деградации почв, р.;
 U_2 – экономический ущерб от загрязнения почв химическими веществами на полигонах промышленных и коммунальных отходов, р.;
 U_3 – экономический ущерб от размещения отходов на полигонах, р.
 Экономическая оценка ущерба от деградации почв производится по формуле

$$U_1 = H_c \cdot S \cdot K_9 \cdot k, \quad (5.6)$$

где H_c – норматив стоимости земель (таблица 5.9), р./га;
 S – площадь деградировавших земель (таблица 5.10), га;
 K_9 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (таблица 5.11);
 k – коэффициент, учитывающий рост цен, определяется по таблице 5.3.
 Экономическая оценка ущерба от загрязнения почв химическими веществами на полигонах промышленных и коммунальных отходов проводится по формуле

$$U_2 = H_c \cdot S \cdot K_9 \cdot K_{хим} \cdot k, \quad (5.7)$$

где H_c – норматив стоимости земель (см. таблицу 5.9), р./га;
 S – площадь земель под полигонами промышленных и коммунальных отходов (таблица 5.12), га;
 K_9 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (см. таблицу 5.11);
 k – коэффициент, учитывающий рост цен, определяется по таблице 5.3;
 $K_{хим}$ – повышающий коэффициент при загрязнении земель несколькими химическими веществами, $K_{хим} = 1,43$.

Экономическая оценка ущерба от размещения отходов на полигонах определяется как затраты на складирование и переработку твердых отходов и рассчитывается по формуле:

$$U_3 = H_c \cdot m \cdot K_9 \cdot K_o \cdot k, \quad (5.8)$$

где H_c – норматив платы за размещение 1 т отходов на полигоне, р./га;
 m – масса удаленных отходов за отчетный период времени (таблица 5.13), т;
 k – коэффициент, учитывающий рост цен, определяется по таблице 5.3;
 K_9 – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории (см. таблицу 5.11);
 K_o – коэффициент, учитывающий степень опасности отходов, для обобщенной оценки принимается равным 1.

Оценка экономического ущерба может также проводиться для недр, биологических ресурсов, физических факторов загрязнения окружающей среды и включаться в оценку суммарного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды.



Таблица 5.9 – Нормативная стоимость земель сельскохозяйственного назначения

| Область | Стоимость земель, р./га |
|-------------|-------------------------|
| Брестская | 13,651 |
| Витебская | 7,643 |
| Гомельская | 10,48 |
| Гродненская | 16,988 |
| Минская | 14,902 |
| Могилевская | 12,565 |

Таблица 5.10 – Площадь деградированных земель по областям

В тысячах гектар

| Область | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Брестская | 3,6 | 3,8 | 4,1 | 4,4 | 4,3 | 4,6 | 4,8 |
| Витебская | 3,2 | 3,5 | 4,0 | 4,2 | 4,5 | 4,6 | 5,3 |
| Гомельская | 3,1 | 3,8 | 3,3 | 3,4 | 3,4 | 3,3 | 3,4 |
| Гродненская | 4,4 | 4,7 | 4,6 | 4,4 | 4,5 | 4,8 | 4,6 |
| Минская | 7,1 | 6,9 | 7,3 | 7,4 | 6,9 | 6,8 | 6,4 |
| Могилевская | 2,6 | 2,8 | 3,0 | 2,8 | 2,8 | 2,8 | 2,8 |

Таблица 5.11 – Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории

| Область | Коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории |
|-------------|--|
| Брестская | 2,8 |
| Витебская | 1,65 |
| Гомельская | 2,95 |
| Гродненская | 3,5 |
| Минская | 3,35 |
| Могилевская | 1,8 |

Таблица 5.12 – Общая площадь полигонов промышленных и бытовых отходов по областям Беларуси в 2010–2016 гг.

| Область | Полигон для размещения промышленных отходов | | Полигон для размещения коммунальных отходов | |
|-------------|---|-------------------|---|-------------------|
| | Количество | Общая площадь, га | Количество | Общая площадь, га |
| Брестская | 9 | 88,32 | 27 | 161,09 |
| Витебская | 12 | 101,26 | 27 | 127,38 |
| Гомельская | 16 | 569,27 | 25 | 156,19 |
| Гродненская | 8 | 28,79 | 21 | 125,04 |
| Минская | 13 | 1462,6 | 38 | 231,6 |
| Могилевская | 10 | 128,29 | 19 | 83,11 |

5.2 Практическая часть

Задача. Определите суммарный экономический ущерб в результате хозяйственной деятельности для одной из областей Беларуси за год. Исходные данные для расчета приведены в таблицах 5.3–5.13.



Таблица 5.13 – Удаление промышленных и коммунальных отходов по областям Беларуси

В тысячах тонн

| Область | 2010 г. | 2011 г. | 2012 г. | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Удалено промышленных отходов</i> | | | | | | | |
| Брестская | 258 | 164 | 165 | 209 | 248 | 241 | 223 |
| Витебская | 283 | 352 | 348 | 301 | 224 | 173 | 148 |
| Гомельская | 1 428 | 1 405 | 1 305 | 648 | 1 431 | 1 306 | 1 322 |
| Гродненская | 396 | 435 | 475 | 856 | 824 | 827 | 694 |
| Минская | 28 243 | 29 429 | 25 998 | 22 766 | 33 613 | 34 094 | 33 554 |
| Могилевская | 194 | 330 | 236 | 497 | 2 698 | 2 264 | 979 |
| <i>Удалено твердых коммунальных отходов</i> | | | | | | | |
| Брестская | 1161 | 1239 | 1248 | 1224 | 1244 | 1407 | 1454 |
| Витебская | 987 | 968 | 941 | 1017 | 1119 | 1186 | 1124 |
| Гомельская | 1173 | 1249 | 1270 | 1307 | 1262 | 1372 | 1336 |
| Гродненская | 782 | 869 | 890 | 926 | 973 | 1016 | 1074 |
| Минская | 3355 | 3709 | 3580 | 3991 | 4095 | 4329 | 4405 |
| Могилевская | 902 | 932 | 997 | 1016 | 1047 | 1129 | 1131 |

Методические указания к выполнению задачи

1 Рассчитать ущерб от загрязнения атмосферного воздуха:

– определить удельный ущерб от единицы выбросов по формуле (5.3).

Базовый норматив платы за выброс 1 т ЗВ принять 196,4 р.;

– определить коэффициент относительной опасности загрязнения для области по формуле (5.4);

– рассчитать приведенную массу выбросов. Результаты расчетов представить в виде таблицы 5.1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу приведены в таблице 5.6;

– определить ущерб по формуле (5.2).

2 Рассчитать ущерб от загрязнения водных объектов:

– определить удельный ущерб от единицы выбросов по формуле (5.3).

Базовый норматив платы за сброс 1 т ЗВ принять 95 р.;

– принять коэффициент относительной опасности загрязнения по бассейну реки (см. таблицу 5.7);

– рассчитать приведенную массу выбросов. Результаты расчетов представить в виде таблицы 5.2. Сбросы загрязняющих веществ по бассейнам рек представлены в таблице 5.8;

– определить ущерб по формуле (5.2).

3 Рассчитать ущерб от деградации и загрязнения земель, используя формулы (5.5)–(5.8) и таблицы 5.9–5.13. Норматив платы за размещение 1 т отходов на полигоне принять 88,814 р.

4 Рассчитать суммарный ущерб от загрязнения окружающей



среды по формуле (5.1).

5 Сделать выводы.

Вопросы, выносимые на защиту практической работы

1 Что понимается под эколого-экономическим ущербом?

2 Какие методы оценки эколого-экономического ущерба существуют?

3 В чем состоит идея эмпирического метода для расчета ущерба от загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов?

4 Что учитывает коэффициент относительной опасности загрязнения территории?

6 Практическая работа № 6. Экономические механизмы природопользования

Цель работы: изучить основные экономические механизмы природопользования, выполнить расчет экологического налога и платы за пользование природными ресурсами.

6.1 Теоретическая часть

Экономические механизмы природопользования рассматриваются в качестве косвенного воздействия на предприятия-загрязнители окружающей среды. Они охватывают все виды экономического стимулирования рационального природопользования.

Экономические механизмы охраны окружающей среды включают:

- кадастры природных ресурсов;
- финансовое и материально-техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды;
- плату за пользование природными ресурсами и их загрязнение;
- экологические фонды;
- экономическое стимулирование.

Кадастры природных ресурсов – это своды экономических, экологических, организационных и технических показателей, характеризующих количество и качество природного ресурса, а также категории природопользователей. Кадастры составляются по видам природных ресурсов: земельный, лесной, водный и др. На базе их данных определяется денежная стоимость природного ресурса.

Финансовое и материально-техническое обеспечение мероприятий по охране окружающей среды. Существует несколько источников финансирования охраны окружающей среды:

- государственный бюджет;
- внебюджетные экологические фонды;



– средства предприятий, учреждений и организаций.

Мероприятия по охране окружающей среды и природопользованию осуществляются на основе государственной экологической программы с учётом природно-ресурсного потенциала отдельных регионов.

Финансирование экологических программ в бюджете выделяется отдельной строкой и обеспечивается материально-техническими ресурсами.

Плата за пользование природными ресурсами и их загрязнение – институт, введённый после отмены исключительной государственной собственности на природные ресурсы. Предполагается, что платность природных ресурсов повышает материальную заинтересованность производителей в эффективном использовании и сохранении этих природных ресурсов, а также обеспечивает появление дополнительных средств на их восстановление и воспроизводство.

Законодательством предусмотрено два вида платы:

- 1) за пользование природными ресурсами;
- 2) за загрязнение окружающей среды.

Основным назначением платы за пользование природными ресурсами и загрязнение окружающей среды является компенсация причиняемого вреда, стимуляция сокращения выбросов и экономическое обеспечение оздоровления и охраны окружающей среды.

Экологические фонды. Внебюджетные экологические фонды образуются из средств, поступающих от организаций, граждан, иностранных юридических лиц, из платежей за выбросы и сбросы загрязняющих веществ и размещение отходов, из сумм, полученных по искам, штрафов, за счёт средств от реализации конфискованных орудий охоты и рыболовства. Эти средства зачисляются на специальные счета и распределяются на реализацию следующих природоохранных мероприятий:

- охрана окружающей природной среды;
- оздоровление окружающей природной среды;
- строительство очистительных сооружений;
- внедрение экологически чистых технологий;
- компенсация вреда здоровью граждан;
- научные исследования;
- экологическое воспитание и образование.

Расходование средств экологических фондов на цели, не связанные с природоохраняемой деятельностью, запрещается.

Экономическое стимулирование осуществляется с помощью следующих инструментов:

- установлением налоговых и иных льгот предприятиям при внедрении безотходных технологий, использовании вторичных ресурсов и осуществлении другой деятельности, обеспечивающей природоохранный эффект;
- освобождением экологических фондов от налогообложения;
- передачей части экологических фондов в кредит предприятиям, гарантирующим снижение выбросов загрязняющих веществ;



- установлением повышенных норм амортизации основных производственных, природоохранных фондов;
- применением поощрительных цен на экологически чистую продукцию;
- введением специального налога на экологически вредную продукцию;
- применением льготного кредитования предприятий, эффективно осуществляющих природоохранную деятельность.

Расчет экологического налога и величины платы за пользование природными ресурсами

Объектами налогообложения экологическим налогом признаются:

- выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- сброс сточных вод;
- хранение, захоронение отходов производства;
- ввоз на территорию Республики Беларусь озоноразрушающих веществ, в том числе содержащихся в продукции.

Объектами налогообложения экологическим налогом **не признаются**:

- выбросы ЗВ в атмосферный воздух при общих суммарных объемах выбросов менее 3 т в год;
- сброс ливневых сточных вод, образовавшихся в результате выпадения атмосферных осадков;
- захоронение отходов производства, подобных отходам жизнедеятельности населения, при общем объеме захоронения отходов производства 50 и менее тонн в год;
- хранение отходов производства, предназначенных для захоронения, обезвреживания и (или) использования, в целях накопления количества отходов производства, необходимого для перевозки одной транспортной единицей;
- хранение отходов производства на объектах обезвреживания и (или) использования таких отходов;
- хранение и захоронение радиоактивных отходов, загрязненных радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС;
- ввоз на территорию Республики Беларусь продукции, содержащей озоноразрушающие вещества, являющейся неотъемлемой частью оборудования транспортного средства, осуществляющего перевозку пассажиров или грузов;
- транзитная перевозка озоноразрушающих веществ через территорию Республики Беларусь.

Экологический налог рассчитывается в соответствии с Налоговым кодексом Республики Беларусь (гл. 19). Сумма экологического налога исчисляется как произведение налоговой базы и налоговой ставки. Налоговая база определяется как объемы фактических выбросов / сбросов предприятия за отчетный период (квартал). Ставки экологического налога установлены Налоговым кодексом РБ.

К ставкам экологического налога применяются следующие коэффициенты:

0,27 – за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, образующихся при сгорании топлива для удовлетворения теплоэнергетических нужд населения, под



которыми понимаются выбросы от сгорания топлива при выработке электрической энергии, отпускаемой населению для целей освещения, питания электробытовых приборов и стационарных электроплит, а также тепловая энергия, отпускаемая населению для целей отопления и горячего водоснабжения, в т. ч. для объектов здравоохранения, туризма, физической культуры и спорта, социального обеспечения, образования, культуры и искусства, обеспечивающих социально-бытовые нужды населения;

0,9 – за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, за сброс сточных вод, за хранение, захоронение отходов производства плательщиками, получившими экологический сертификат соответствия, в течение трех лет со дня получения этого сертификата;

0,006 – за сброс сточных вод для владельцев коммунальной и ведомственной канализации (сброс от населения), для рыбоводных организаций и прудовых хозяйств (сброс с прудов).

При расчете фактических объемов выбросов ЗВ в атмосферный воздух производится суммирование объемов выбросов по классам опасности веществ (группы веществ), указанных в разрешениях на выбросы ЗВ в атмосферный воздух или комплексных природоохранных разрешениях, без разбивки на отдельные вещества.

Исчисленная сумма экологического налога уменьшается плательщикам ежеквартально на сумму освоенных капитальных вложений (за исключением капитальных вложений, финансируемых из бюджета) в строительство и (или) реконструкцию очистных установок, установок по использованию возобновляемых источников энергии, а также в создание автоматизированных систем контроля за выбросами и сбросами загрязняющих веществ.

Суммы экологического налога за выбросы ЗВ в атмосферный воздух, сбросы сточных вод, хранение, захоронение отходов производства, за ввоз на территорию Республики Беларусь озоноразрушающих веществ, в том числе содержащихся в продукции, включаются организациями и индивидуальными предпринимателями в затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг), имущественных прав.

Объектами налогообложения налогом за добычу (изъятие) природных ресурсов признается добыча (изъятие) следующих природных ресурсов: песка формовочного, стекольного, строительного; песчано-гравийной смеси; камня строительного, облицовочного; воды (поверхностной и подземной); минеральной воды, полиметаллического водного концентрата, минерализованной воды, добываемой для поддержания пластового давления при добыче нефти; грунта для земляных сооружений; глины, супесей, суглинка и трепелов; бентонитовых глин; соли калийной (в пересчете на оксид калия), каменной; нефти; мела, мергеля, известняка и доломита; гипса (ангидрита); железных руд; торфа влажностью 40 %; сапропелей влажностью 60 %; мореного дуба; янтаря; золота; виноградной улитки; личинок хирономид; зеленой лягушки (прудовой, съедобной, озерной); гадюки обыкновенной; бурого угля (в пересчете на условное топливо); горючих сланцев (в пересчете на условное топливо); длиннопалого (узкопалого) рака.



Налог за добычу (изъятие) природных ресурсов рассчитывается в соответствии с Налоговым кодексом Республики Беларусь (гл. 20). Сумма налога, за исключением соли калийной, определяется как произведение фактического объема добываемых (изымаемых) природных ресурсов на ставку налога. Ставки налога за добычу (изъятие) природных ресурсов установлены Налоговым кодексом РБ. Суммы налога за добычу (изъятие) природных ресурсов включаются организациями и индивидуальными предпринимателями в затраты по производству и реализации товаров (работ, услуг), имущественных прав, учитываемые при налогообложении.

За превышение выбросов (сбросов), установленных разрешениями (комплексными природоохранными разрешениями) и (или) изъятие природных ресурсов сверх установленных лимитов применяются ставки налога, увеличенные на **коэффициент 15**.

Пример 1 – Рассчитайте сумму экологического налога по предприятию. Объем фактических выбросов составил 1,243 т, норматив допустимых выбросов – 1,3 т, ставка экологического налога – 1635215 р.

Так как нет превышения норматива допустимых выбросов, сумма экологического налога составит $1635215 \cdot 1,243 = 2032572,2$ р.

Пример 2 – Рассчитайте налог за добычу песка формовочного. Объем добычи – 1,15 т, установленный лимит добычи – 1 т, ставка налога – 330 р.

Так как присутствует превышение лимита добычи, расчет налога производится следующим образом: $1 \cdot 330 + 0,15 \cdot 330 \cdot 15 = 1072,5$ р.

6.2 Практическая часть

Задача 1. Определите величину налога за пользование природными ресурсами за второй квартал текущего года по домостроительному комбинату. Исходные данные для задачи – в таблице 6.1.

Задача 2. Произведите расчет экологического налога для котельной, работающей на отходах древесины, за третий квартал текущего года. Котельная принадлежит Жилкомхозу и обеспечивает горячим водо- и теплоснабжением поселок городского типа. Исходные данные для задачи – в таблице 6.2.

Задача 3. Рассчитайте экологический налог за захоронение (хранение) отходов производства на полигоне. Исходные данные для задачи – в таблице 6.3.



Таблица 6.1 – Исходные данные для задачи 1

| Наименование природного ресурса | Лимитная добыча, тыс. т (тыс. м ³) | Ставка экологического налога, р./т (м ³) | Фактически добыто, тыс. т (тыс. м ³), по вариантам | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Песок формовочный, тыс. т | 16 | 0,12 | 16 | 15,8 | 14,4 | 13,9 | 17,6 | 16 | 15,8 | 15,2 | 15,9 | 17,1 |
| Песок строительный для использования в дорожном строительстве, тыс. м ³ | 20 | 0,03 | 20 | 20,1 | 20 | 20,2 | 20 | 20,4 | 20 | 20,6 | 20,3 | 20 |
| Камень облицовочный, тыс. м ³ | 35 | 1,232 | 37 | 36 | 30 | 35 | 36 | 34 | 36 | 32 | 37 | 35 |
| Глина, тыс. м ³ | 12 | 0,071 | 11 | 17 | 13 | 12,5 | 11 | 12 | 14 | 16 | 15 | 12 |
| Вода из поверхностных источников (для производства продукции), тыс. м ³ | 42 | 0,0006 | 43 | 40 | 41 | 42 | 40 | 44 | 50 | 42 | 41 | 43 |

Таблица 6.2 – Исходные данные для задачи 2

| Наименование ЗВ | Класс опасности | Ставка экологического налога, р./т | Допустимый выброс, т | Фактический выброс, т, по вариантам | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Диоксид азота | 2 | 594,104 | 0,5572 | 0,5572 | 0,56 | 0,54 | 0,5572 | 0,661 | 0,5572 | 0,6 | 0,544 | 0,5572 | 0,58 |
| Оксид азота | 3 | 196,402 | 0,0724 | 0,0724 | 0,0724 | 0,08 | 0,073 | 0,069 | 0,0724 | 0,0724 | 0,079 | 0,075 | 0,068 |
| Диоксид серы | 3 | 196,402 | 0,0647 | 0,0647 | 0,0647 | 0,0647 | 0,0652 | 0,066 | 0,062 | 0,0647 | 0,0647 | 0,0651 | |
| Твердые частицы (суммарно) | 3 | 196,402 | 10,345 | 10,35 | 10,345 | 10,368 | 10,345 | 10,34 | 10,445 | 10,345 | 10,441 | 10,345 | |
| Оксид углерода | 4 | 97,591 | 5,1803 | 5,19 | 5,1803 | 5,21 | 5,17 | 5,1803 | 5,2 | 5,189 | 5,178 | 5,1803 | |

Таблица 6.3 – Исходные данные для задачи 3

| Перечень образующихся отходов | Класс опасности | Ставка экологического налога, р./т | Норматив образования, т | Фактический выброс, т, по вариантам | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| Полиэтилен (пленка, обрезки) | 3 | 88,814 | 0,7 | 0,84 | 0,68 | 0,74 | 0,7 | 0,7 | 0,72 | 0,7 | 0,7 | 0,71 | 0,76 | 0,66 |
| Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел – менее 15 %) | 3 | 88,814 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,88 | 0,8 | 0,84 | 0,77 | 0,85 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Отходы упаковочного картона незагрязненные | 4 | 44,28 | 4 | 4 | 4 | 3,8 | 4,22 | 4 | 4 | 4,11 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Изнюшенная спецодежда хлопчатобумажная и другая | 4 | 44,28 | 0,2 | 0,22 | 0,23 | 0,2 | 0,24 | 0,2 | 0,2 | 0,19 | 0,23 | 0,23 | 0,26 | 0,25 |
| Отходы производства, подобные отходам жизнедеятельности населения | Неопасные | 3,492 | 2 | 2,1 | 2 | 2 | 1,9 | 2,22 | 2,19 | 2 | 2,4 | 2,4 | 2,33 | 2 |
| Отходы (смет) от уборки территорий промышленных предприятий и организаций | 4 | 44,28 | 4 | 4 | 4 | 4,1 | 4 | 4,23 | 4 | 4 | 3,7 | 4 | 4 | 4 |
| Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства | 4 | 44,28 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,39 | 1,4 | 1,45 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,43 |
| Люминесцентные трубки отработанные | 1 | 77,518 | 0,0012 | 0,0009 | 0,0014 | 0,0012 | 0,0013 | 0,0012 | 0,0014 | 0,0012 | 0,0012 | 0,0012 | 0,001 | 0,0015 |

Вопросы, выносимые на защиту практической работы

- 1 Что такое кадастр природного ресурса?
- 2 Какие источники финансирования охраны окружающей среды существуют?
- 3 Какова цель введения платы за пользование природными ресурсами и их загрязнение? Какие виды платы существуют?
- 4 Из каких средств формируются экологические фонды?
- 5 На реализацию каких природоохранных мероприятий могут расходоваться средства экологических фондов?
- 6 Перечислите основные инструменты экономического стимулирования.
- 7 Какие объекты облагаются экологическим налогом?
- 8 Какие объекты не признаются объектами экологического налогообложения?
- 9 Каким образом рассчитывается экологический налог и плата за добычу (изъятие) природных ресурсов?
- 10 Какие коэффициенты применяются к расчету экологического налога и добычу (изъятие) природных ресурсов?

