

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт нефти и газа имени М.С. Гуцериева
Кафедра геологии нефти и газа

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»**



Ижевск
2024

УДК 502/504(075.8)
ББК 20.1p30
М545

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» **А.А. Липаев**

Составители: Красноперова С.А., Борисова Е.А.

М545 Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Экология» / сост. Красноперова С.А., Борисова Е.А. – Ижевск : Удмуртский университет, 2024. – 72 с. – Текст : электронный.

Приведены методики выполнения практических работ, которые предварены краткими теоретическими аспектами, формирующими цели и задачи исследований объектов окружающей среды.

Методические указания предназначены для студентов очной, очно-заочной формы обучения по направлению подготовки бакалавриата 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

УДК 502/504(075.8)
ББК 20.1p30

© Красноперова С.А.,
Е.А. Борисова Е.А., сост, 2024
© ФГБОУ ВО «Удмуртский
государственный университет», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
РАЗДЕЛ 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА	8
Практическая работа № 1 Расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)	9
Практическая работа № 2 Химическое загрязнение атмосферы	12
Практическая работа № 3 Расчет рассеяния загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу организованным точечным источником	17
Практическая работа № 4 Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельной	24
РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	27
Практическая работа № 5 Расчет необходимой степени очистки сточных вод	30
РАЗДЕЛ 3. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОЧВ	36
Практическая работа № 6. Оценка уровня химического загрязнения почв	37
РАЗДЕЛ 4. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	42
Практическая работа № 7 Влияние загрязняющих веществ атмосферного воздуха на организм человека	42
Практическая работа № 8 Влияние шумового и электромагнитного излучения на организм человека	44
Практическая работа № 9 Расчет категории опасности предприятия для биосферы в зависимости от массы и номенклатуры выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ и определение размеров санитарно-защитной зоны предприятия	49
РАЗДЕЛ 5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	53
Практическая работа № 10. Плата за негативное воздействие ТЭС на окружающую среду	54
ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ	65
ЛИТЕРАТУРА	70
ПРИЛОЖЕНИЕ	71

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Экология» составлены на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования для бакалавров направления подготовки бакалавриата 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Целью освоения дисциплины «Экология» являются формирование у обучающихся знаний о влиянии топливного энергетического комплекса (ТЭК) на окружающую природную среду, правовых и нормативно-технических основах в области экологии и рационального природопользования.

Также изучение дисциплины направлено на приобретение практических навыков использования компьютерных технологий для сбора, хранения, обработки, анализа и представления экологической информации среди отраслей энергетики, которое является одним из основных источников экологически негативных воздействий на окружающую среду.

Производство электро- и теплоэнергии связано с потреблением природных энергоносителей в огромных количествах. Характер и масштабы воздействия энергетики определяются не только технологиями производства энергии, но и состоянием оборудования, структурой используемого топлива, общими экономическими условиями работы отрасли. Основными производственными системами электроэнергетики, влияющими на экологическую безопасность России, являются электростанции: тепловые, атомные, гидростанции и линии электропередач 500 кВ и выше. Среди источников негативного воздействия на окружающую среду при функционировании энергопредприятий следует выделить:

1) основное и вспомогательное оборудование на энергетических предприятиях, являющееся источником физического воздействия (электромагнитного, шумового), химического загрязнения;

2) хозяйственную деятельность подразделений инфраструктуры энергопредприятий;

3) строительные-монтажные работы, реконструкцию оборудования.

При этом выделяют четыре сферы воздействия на окружающую среду (рис.1):



Рис. 1. Воздействие ТЭЦ на объекты окружающей природной среды

1) на атмосферу (внешняя газообразная оболочка Земли с постоянно убывающей концентрацией газов до высоты 1100...1400 км)

- выброс газов и твердых частиц, полученных при горении;
- тепловое воздействие;
- электромагнитное воздействие;

2) литосферу (твердая внешняя оболочка Земли средней условной мощностью 16 км, включающая и почвенный слой вместе с биоценозом)

- потребление ископаемых;
- выброс на поверхность почвы твердых частиц и жидких стоков.

3) гидросферу (прерывиста водная оболочка Земли, включающая поверхностные и подземные воды)

- загрязнение жидкими стоками отходов производств, кислотных дождей и т.п.;
- тепловое воздействие с охлаждающей водой;

4) биосферу

- потребление неископаемых видов энергоносителей (щепа, дрова);
- нарушение биоценозов (биоценоз – это организованная группа популяций растений (фитоценоз), животных (зооценоз) и микроорганизмов (микробиоценоз), живущих во взаимодействии в одних и тех же условиях среды);
- миграции и вымирание животных и растений от различного рода воздействий на них.

В ходе изучения дисциплины «Экология» у студентов должны формироваться следующая компетенция:

УК–8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен иметь представление:

- о влиянии загрязняющих веществ топливно-энергетического комплекса на объекты окружающей природной среды;
- о методах уменьшения и исключения вредного влияния промышленных предприятий на окружающую природную среду.

Знать:

- характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу;
- организационные и правовые средства охраны окружающей среды;
- основные понятия, законы, методы теоретического и экспериментального исследования в экологии;

Уметь:

- планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве;
- использовать нормативно-правовые акты при работе с экологической документацией;
- выполнять необходимые расчеты в области экологической информации.

Иметь навыки:

- оценивать проблему и прогнозировать последствия своей профессиональной деятельности с точки зрения единства биосферы и биосоциальной природы человека.

В методические указания включены методики практических работ по определению экологических параметров воздуха, водной среды, почвы, указаны ПДК веществ (приложение).

Работы предназначены для ознакомления студентов с нормированием деятельности промышленных предприятий, связанной с загрязнением окружающей среды. По приведенной методике определяют размеры платежей, осуществляемых промышленным предприятием за выбросы и сбросы вредных веществ в атмосферу и в водоемы, а также за образовавшиеся отходы.

Данное издание позволит помочь студентам-бакалаврам усвоить основные понятия изучаемого предмета, развить практические навыки решения конкретных задач и закрепить их при проведении расчетов.

При успешном освоении материала будет возможно выполнить анализ состояния компонентов окружающей среды, что в дальнейшем позволит произвести оценку и прогноз состояния природной среды на локальном уровне.

По итогам выполнения практических работ по дисциплине «Экология» будет возможно установить закономерности поступления загрязняющих веществ в атмосферу и гидросферу, их возможное негативное воздействие на человека и биоту.

Выполнение практических работ является одним из видов промежуточной оценки знаний студентов, полученных в результате изучения дисциплины «Экология».

Практические работы выполняются индивидуально каждым студентом на основании исходных данных. Результат выполнения каждой практической работы оформляется в виде отчета, который подлежит защите руководителю практических занятий в индивидуальном порядке.

РАЗДЕЛ 1. ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Общие сведения

С развитием промышленности топливно-энергетического комплекса (ТЭК) происходит постоянно увеличение загрязненности атмосферного воздуха. Предприятия выбрасывают в воздух тысячи тонн пыли, химических соединений, тяжелых металлов. Основными загрязняющими веществами (ЗВ) данных отраслей промышленности являются сажа, диоксид серы, аммиак, оксид и диоксид углерода, бензапирен, формальдегид, диоксид азота, сероводород и другие вещества [10].

Под качеством атмосферного воздуха понимают совокупность свойств атмосферы, определяющую степень воздействия физических, химических и биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающую среду в целом [1].

По действующему экологическому законодательству в Российской Федерации степень загрязнения определяется путем сравнения средних и максимальных значений концентрации со стандартами качества атмосферного воздуха – предельно допустимой концентрацией (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [1, 8]:

ПДК_{сс} – предельно допустимая среднесуточная концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, мг/м³; эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном воздействии;

ПДК_{мр} – предельно допустимая максимально-разовая концентрация загрязняющего вещества в воздухе населенных мест, мг/м³; при вдыхании в течение 20–30 мин. она не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

Установлено три показателя качества воздуха: индекс загрязнения атмосферы – ИЗА, стандартный индекс – СИ и наибольшая повторяемость превышения ПДК – НП [11]:

ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций примесей. Поэтому ИЗА характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха;

СИ – стандартный индекс, т. е. наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Он определяется из данных наблюдений на гидрометеорологическом посту за одной примесью, или на всех

постах рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. Показатель характеризует степень кратковременного загрязнения;

НП – наибольшая повторяемость (в процентах) превышения максимально разовой ПДК по данным наблюдений за одной примесью на всех постах территории за месяц или за год.

Для оценки степени суммарного загрязнения атмосферы рядом веществ в городах России чаще используется комплексный показатель – индекс загрязнения атмосферы (ИЗА).

Практическая работа № 1

Расчет комплексного индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)

Цель работы: оценка степени загрязненности атмосферного воздуха в разных регионах РФ.

Для оценки степени загрязнения воздушного бассейна в последние годы используется санитарно-гигиенический показатель – суммарный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Комплексный индекс загрязнения атмосферы применяется для сравнительной оценки загрязненности отдельных районов города, отдельно взятых городов с установлением их приоритетности по уровню загрязнения и тенденций загрязненности. Он представляет собой относительный показатель, величина которого зависит от концентрации вещества в анализируемой точке, его ПДК и количества веществ, загрязняющих атмосферу. Комплексный индекс загрязнения атмосферы рассчитывается на основе данных стационарных наблюдений с учетом всей номенклатуры определяемых вредных веществ.

В основу расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы приняты следующие положения:

- опасность воздействия на здоровье человека зависит от отдельных вредных веществ, от класса опасности конкретного вещества,
- по мере увеличения превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) веществ, возрастает опасность воздействия на здоровье человека.

Степень загрязненности атмосферы одним веществом выражается в общем виде через единичный (парциальный) индекс загрязненности – ИЗА, который рассчитывается по формуле:

$$\text{ИЗА}_i = \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{k_i} \quad (1)$$

где, C_i – средняя концентрация i вещества;

ПДК_i – среднесуточная предельно допустимая концентрация i вещества;

k_i – безразмерная константа приведения степени вредности вещества

к вредности сернистого газа. Среднее значение константы в зависимости от класса опасности вещества принимаются (значения k_i равны 0,87; 1,0; 1,3 и 1,5 соответственно для 4, 3, 2 и 1 классов опасности вещества).

Для оценки загрязненности атмосферы отдельных районов города несколькими веществами, при составлении ежегодного списка городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы рассчитывается комплексный индекс загрязнения атмосферы, для одинакового количества примесей. Для расчета комплексного индекса загрязнения атмосферы ($ИЗА_5$) используют значения единичных индексов ИЗА тех пяти веществ, у которых эти значения наибольшие.

$$ИЗА_5 = \sum_1^5 ИЗА_i \quad (2)$$

Величины $ИЗА_5$ меньше 2,5, соответствуют чистой атмосфере; 2,5 – 7,5 – слабозагрязненной атмосфере; 7,5 – 12,5 – загрязненной атмосфере; 12,5 – 22,5 – сильно загрязненной атмосфере; 22,5 – 52,5 – высоко загрязненной атмосфере; более 52,5 – экстремально загрязненной атмосфере.

Задание к практической работе № 1

1. Рассчитайте комплексный индекс загрязнения атмосферы для городов Азов, Таганрог, Волжский, Ростов-на-Дону и т.д. (табл.1).
2. Установите степень загрязнения приземного слоя воздуха каждого города.
3. Дайте сравнительную характеристику степени загрязнения атмосферы городов, с указанием перечня приоритетных загрязнителей в каждом городе.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать санитарно-гигиенический показатель индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) для разных регионов РФ?
2. Назовите основные загрязняющие вещества атмосферного воздуха?
3. Назовите классы опасности загрязняющих веществ?
4. Какие основные загрязняющие вещества ТЭК?

Таблица 1

Загрязняющие вещества городов РФ

Средняя концентрация примесей в воздухе мг/м ³	среднесуточная ПДК, мг/м ³	класс опасности	средн.конц.примесей Таганрог	ИЗА	средн.конц.примесей г. Азов	ИЗА	средн.конц.примесей Волжский	ИЗА	Ростов-на-Дону	ИЗА	Ижевск	ИЗА	Казань	ИЗА	Уфа	ИЗА
Пыль	0,15	3	0,1		0,09		0,1		0,2		0,3		0,2		0,3	
Двуокись серы	0,05	2	0,01		0,08		0,02		0,05		0,04		0,04		0,02	
Двуокись азота	0,04	2	0,07		0,01		0,07		0,01		0,02		0,01		0,03	
Окись азота	0,06	3	0,05		0,03		0,04		0,02		0,01		0,01		0,01	
Бензопирен	0,001	1	0,003		0,001		0,002		0,001		0,001		0,001		0,001	
Сероуглерод	0,005	2					0,01		0,01							
Аммиак	0,04	4					0,04		0,02							
Формальдегид	0,003	2					0,01		0,05							
Сажа	0,05	3					0,01		0,1							
Фтористый водород	0,005	3					0,005		0,02							

Практическая работа № 2

Количественная и качественная оценка воздействия топливно-энергетического комплекса на атмосферу

Цель работы: расширение знаний о химическом загрязнении атмосферы. Изучить механизмы образования ЗВ в процессе горения топлива на предприятиях ТЭК.

Методика расчета выбросов вредных веществ в атмосферный воздух [8]

1. Расчет выбросов оксидов серы

Валовый (т/г) и максимально разовый (г/с) выбросы оксидов серы (SO_2) от группы из m шт. одновременно работающих котлов рассчитывают по формуле:

$$M_{SO_x}(G_{SO_x}) = \sum_{i=1}^m 0,02B_i S^p (1 - \eta'_i)(1 - \eta''_i) \quad (3)$$

где B_i – расход топлива i -го котла твердого или жидкого, т/год (г/с) или газообразного, тыс. m^3 /год; S^p – содержание серы в топливе на рабочую массу, %; η'_i – доля оксидов серы, связываемых летучей золой в i -ом котле; η''_i – доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе в i -ого котла попутно с улавливанием твердых частиц.

Ориентировочные значения η'_{SO_2} при сжигании различных видов топлива (табл. 2).

Таблица 2

Значения η'_{SO_2} при сжигании различных видов топлива

Топливо	η'_{SO_2}
Торф	0,15
Сланцы эстонские и ленинградские	0,8
Сланцы других месторождений	0,5
Угли других месторождений	0,1
Мазут	0,02
Газ	0

Доля оксидов серы (η''_{SO_2}), улавливаемых в сухих золоуловителях, принимается равной нулю. В мокрых золоуловителях эта доля зависит от общей щелочности орошающей воды и от приведенной сернистости топлива

2. Расчет выбросов оксидов азота

Для котлов, оборудованных топками с неподвижной, цепной решеткой, с пневмомеханическим забрасывателем, и для шахтных топок с наклонной решеткой суммарное количество оксидов азота (NO_x) в пересчете на NO_2 (в г/с,

т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяется по формуле:

$$M_{NO_x} = B_p Q_i^r K_{NO_2}^T \beta_r k_n \quad (4)$$

где B_p – расчетный расход топлива кг/с (т/ год);

Q_i^r – низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг;

$K_{NO_2}^T$ – удельный выброс оксида азота при слоевом сжигании твердого топлива, г/МДж. Величина $K_{NO_2}^T$ определяется по формуле:

$$K_{NO_2}^T = 0,35 \cdot 10^{-3} \alpha_T \left(1 + 5,46 \frac{100 - R_6}{100} \right) \sqrt[4]{Q_i^r q_R} \quad (5)$$

где α_T – коэффициент избытка воздуха в топке, определяемый по формуле:

$$\alpha_T = \frac{21}{21 - O_2} \quad (6)$$

где O_2 – концентрация кислорода в дымовых газах за котлом, %.

При отсутствии информации о концентрации кислорода в дымовых газах за котлом можно принимать $\alpha_T = 2,5$.

R_6 – характеристика гранулометрического состава угля – остаток на сите с размером ячеек 6 мм, % (принимается по сертификату на топливо).

q_R – тепловое напряжение зеркала горения, МВт/м² определяется по формуле:

$$q_R = \frac{Q_T}{F} \quad (7)$$

где F – зеркало горения, (определяется по паспортным данным котельной установки), м².

β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование оксидов азота:

$$\beta_r = 1 - 0,075 \sqrt{r} \quad (8)$$

где r – степень рециркуляции дымовых газов, %.

k_n – коэффициент пересчета (при определении выбросов в граммах в секунду) $k_n=1$; при определении выбросов в тоннах в год $k_n = 10^{-3}$).

В связи с установленными отдельными ПДК на оксид и диоксид азота и с учетом трансформации оксидов азота суммарные выбросы оксида азота разделяются на составляющие, расчет которых проводится согласно следующим формулам:

$$M_{NO_2} = (1 - 0,8) M_{NO_x} \frac{\mu_{NO}}{\mu_{NO_2}} = 0,13 M_{NO_x} \quad (9)$$

где μ_{NO} и μ_{NO_2} – молекулярные массы NO и NO_2 , равные 30 и 46 соответственно; 0,8 – коэффициент трансформации оксида азота в диоксид.

3. Расчет выбросов оксида углерода

Оценка суммарного количество выбросов оксида углерода, г/с (т/год), может быть выполнена по соотношению:

$$M_{CO} = 10^{-3} B C_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) \quad (10)$$

где B – расход топлива, г/с (т/ год); C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива, г/кг (г/нм³) или кг/т (кг/тыс.нм³):

$$C_{CO} = q_3 R Q_i^r \quad (11)$$

где q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %; R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания оксида углерода (принимается для твердого топлива – 1,0; мазута – 0,65; газа – 0,5); Q_i^r – низшая теплота сгорания натурального топлива, МДж/кг (МДж/нм³); q_4 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %.

Ориентировочная оценка суммарного количества выбросов оксида углерода M_{CO} (г/с, т/год), может проводиться по формуле:

$$M_{CO} = 10^{-3} B Q_i^r K_{CO} \left(1 - \frac{q_4}{100} \right) \quad (12)$$

где K_{CO} – количество оксида углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива, кг/Дж; принимается по табл. 3.

Таблица 3

Количество оксида углерода, образующееся на единицу тепла, выделяющегося при горении топлива

Тип топки	Вид топлива	K_{CO} кг/ГДж
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые угли	2,0
	Каменные угли	2,0
	Антрациты ЛМ и АС	1,0
С пневмомеханическими забрасывателями и неподвижной решеткой	Бурые и каменные угли	0,7
	Антрацит АРШ	0,6
С цепной решеткой прямого хода	Антрациты ЛМ и АС	0,4
С забрасывателями и цепной решеткой	Бурые и каменные угли	0,7
Шахтная	Твердое топливо	2,0
Шахтно-цепная	Торф кусковой	1,0
Наклонно-переталкивающая	Эстонские сланцы	2,9
Слоевые топки бытовых теплогенераторов	Дрова	14,0
	Бурые угли	16,0
	Каменные угли	7,0
	Антрацит	3,0
Камерные топки	Мазут	0,13

Задание к практической работе № 2

1. Провести количественную и качественную оценку воздействия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) на атмосферу.

2. Изучить механизмы образования ЗВ при сжигании топлива на предприятии ТЭК. Заполнить таблицу 4.

Таблица 4

Механизмы образования загрязняющих веществ

ЗВ	Реакция образования	Условия образования
NO, NO ₂ , CO ₂ , SO ₂ , V, бензапирен		

3. Освоить методику проведения расчетов массы загрязняющих веществ.

4. Используя данные табл. 5, провести расчеты по выбросам загрязняющих веществ (оксидов азота, углерода, серы).

Таблица 5

Исходные данные для расчета (для твердого топлива)

Показатели	Варианты						
	1	2	3	4	5	6	7
Расчетный расход топлива на 1 котел, г/с	500	450	400	350	150	330	550
Количество работающих котлов	1	2	2	2	2	2	2
Коэффициент избытка воздуха перед дымовой трубой, ξ	1,75	1,31	1,35	1,4	1,32	1,4	1,3
Потери:							
– теплоты от неполноты сгорания топлива, %							
механической	4	7	0,0	1	4	1	4
химической	1	2	0,5	1	1	1	2
Доля:							
– твердых частиц, задержанных золоуловителем	0,85	0,75	0,8	0,85	0,88	0,9	0,8
– оксидов серы, связанных с летучей золой в котле	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
– оксидов серы, улавливаемых в золоуловителе котла попутно с улавливанием твердых частиц	0	0	0	0	0	0	0
Зольность топлива	0,1	6,6	0,2	2,2	0,21	14,1	12,0

Содержание серы, %	4,1	1,9	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5
Низшая теплота сгорания, МДж/кг	11,49	39,85	40,3	17,33	40,3	27,51	18,92
Доля потерь теплоты, обусловленной содержанием СО в продуктах сгорания, R	1	0,65	0,65	1	1	1	1
Влияние состава топлива на выход NO _x , β ₁	0	0	0	0	0	0	0
Особенности конструкции горелок, β ₂	1	1	1	1	1	1	1
Вид шлакоудаления, β ₃	1	1	1	1	1	1	1
Эффективность воздействия рециркулирующих газов в зависимости от условий их подачи в топку, ε ₁	1	1	1	1	1	1	1
Снижение выбросов NO _x при двухступенчатом сжигании	1	1	1	1	1	1	1
Степень рециркуляции дымовых газов	0	0	0	0	0	0	0
Выход оксидов азота, кг/т усл. топлива	5,9	3,5	5,9	3,5	2,35	5,9	5,9

5. Сделать выводы:

- о характере воздействия данного предприятия (технологического процесса) на атмосферный воздух;
- об особенностях механизма образования загрязняющих веществ.

Требования к отчету: представить заполненные таблицы, расчеты массы загрязняющих веществ и вывод по работе.

Дополнительные задачи

1. Рассчитать выбросы вредных веществ (диоксид серы и азота, оксид углерода) в атмосферу от отопительной котельной, потребляющей в год 360 т каменного угля Кузбасского бассейна. Теплотехнические характеристики:

- 1) низшая теплота сгорания угля $Q_H = 27,42$ МДж/кг (6 550 ккал/кг);
- 2) зольность угля (на рабочую массу) $A = 14,1$ %;
- 3) содержание серы (на рабочую массу) $S = 0,6$ %.

Продолжительность отопительного периода 234 дн. (5 616 ч). Расход угля в самый холодный месяц года (январь) 62 т. Паропроизводительность котлоагрегата 0,6 т/ч. Топка с неподвижной решеткой и ручным забросом.

2. Рассчитать выбросы вредных веществ в атмосферу (оксид углерода, серы и азота), удаляемых с дымовыми газами от отопительной котельной, при сжигании 420 т/год, мазута со следующими характеристиками: 1) низшая теплота сгорания угля $Q_H = 40,30$ МДж/кг (9 641 ккал/кг); 2) зольность $A = 0,1$ %; 3) содержание серы (на рабочую массу) $S = 0,5$ %. Расход топлива 420 т/год. Продолжительность отопительного периода 234 дн. (5 616 ч). Расход

мазута в самый холодный месяц года (январь) 73 т. Паропроизводительность котлоагрегата 0,5 т/ч. Топка камерная.

Контрольные вопросы

1. Химическое загрязнение атмосферы. Привести примеры?
2. Привести формулы расчета выбросов вредных веществ?
3. Охарактеризовать степень воздействия предприятий ТЭК на атмосферный воздух?
4. Привести примеры количественной и качественной оценки загрязнения атмосферного воздуха?

Практическая работа № 3

Расчет рассеяния загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу организованным точечным источником

Цель работы: ознакомиться с методикой расчета приземных концентраций ЗВ, расширению знаний о проведении контроля за выбросами ЗВ и нормировании качества атмосферного воздуха на ТЭС.

Организованным источником в данной работе является труба ТЭС. По мере удаления от трубы в направлении распространения промышленных выбросов можно условно выделить четыре зоны загрязнения атмосферы (рис.2.): переброса факела выбросов, характеризующаяся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы задымления (зона 2) с максимальным содержанием вредных веществ и постепенного снижения уровня загрязнения (зона 4). Зона задымления наиболее опасна для населения и должна быть исключена из селитебной застройки (зона 3). Максимальная концентрация примесей в приземной зоне прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Подъем горячих струй почти полностью обусловлен подъемной силой газов, имеющих более высокую температуру, чем окружающий воздух.

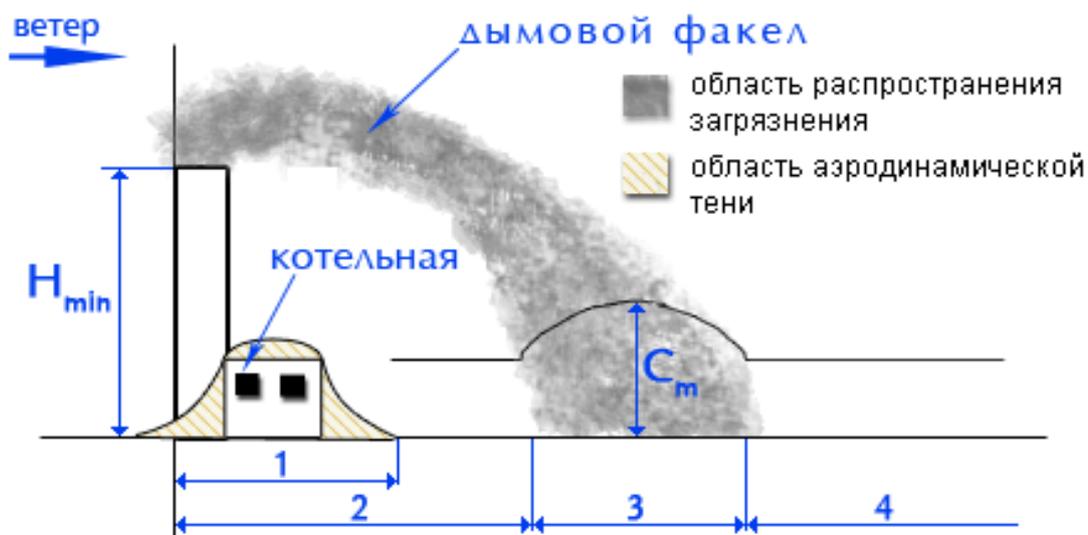


Рис.2. Рассеивание вредных веществ в атмосфере

Примечание: 1 – зона неорганизованного загрязнения; 2 – зона переброса факела (небольшие концентрации загрязняющих веществ); 3–зона задымления (максимальная концентрация вредных веществ); 4-зона снижения уровня загрязнения.

Способ расчета основан на законах турбулентной диффузии, учитывающих состояние атмосферы, расположение предприятия, характер местности, физические свойства выбросов, параметры источников выбросов и т.д. Согласно указаниям ОНД–86 [5], для случая загрязнения атмосферы выбросами одиночного точечного источника расчет выполняется в соответствии с алгоритмами, приведенными в следующих зависимостях.

1.1 Максимальное значение приземной (в двухметровом слое над поверхностью земли) концентрации вредного вещества C_{max} (mg/m^3) при выбросе газовой смеси из одиночного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии X_{max} (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot t \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \quad (13)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы (табл. 6);

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

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (пункт 1.3);

m, n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса (пункт 1.5);

H – высота источника выброса над уровнем земли, м;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности (в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$);

V_1 – расход газовой смеси, м³/с;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_T и температурой окружающего атмосферного воздуха T_B , °С.

Таблица 6

Значения коэффициента A , соответствующие неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна

№ п/п	Районы и территории РФ	A
1	Районы Средней Азии южнее 40 ⁰ с.ш., Бурятия и Читинская область	250
2	На Европейской территории РФ: районы южнее 50 ⁰ с.ш., остальные районы Нижнего Поволжья. На Азиатской территории РФ: Дальний Восток, остальная территория Сибири	200
3	Европейская территория РФ и Урала от 50 ⁰ до 52 ⁰ с.ш.	180
4	Европейская территория РФ и Урала севернее 52 ⁰ с.ш.	160
5	Московская, Ивановская, Тульская, Рязанская, Владимирская, Калужская области	140

1.2 Расход газовой смеси V_1 (м³/с) определяется по формуле:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_0 \quad (14)$$

где D – диаметр устья источника выброса, м;

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

В случае выброса газовой смеси (ГВС) из источника с прямоугольным устьем (шахты) в расчетах принимается $D = D_э$, где $D_э$ – эквивалентный диаметр устья, определяемый по формуле:

$$D_э = \frac{2Lb}{L + b} \quad (15)$$

где L – длина устья, м;

b – ширина устья, м.

1.3 Значение безразмерного коэффициента F принимается:

- для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю – 1;
- для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных выше) выбирается из условий:

Степень очистки ГВС	F
выше 90 %	2
от 75 до 90 %	2,5
менее 75 % и без очистки	3

1.4 При определении значения ΔT ($^{\circ}\text{C}$) следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха $T_{\text{в}}$ ($^{\circ}\text{C}$), равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 23.01.99 [1, 8], а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси $T_{\text{г}}$ ($^{\circ}\text{C}$) – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

При этом, для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения $T_{\text{в}}$ равным средним температурам наружного воздуха за самый холодный месяц.

1.5 Значения коэффициентов m , n рассчитываются в зависимости от параметров f , $V_{\text{м}}$, $V'_{\text{м}}$, f_e :

$$f = \frac{1000 \cdot \omega_0^2 \cdot d}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (16)$$

$$V_{\text{м}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}} \quad (17)$$

$$V'_{\text{м}} = 1,3 \cdot \omega_0 \cdot \frac{D}{H} \quad (18)$$

$$f_e = 800 \cdot (V'_{\text{м}})^3 \quad (19)$$

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100 \quad (20a)$$

$$m = \frac{1}{\sqrt[3]{f}} \text{ при } f \geq 100 \quad (206)$$

Для $f_e < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_e$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от V_M по формулам:

$$n = 1 \text{ при } V_M \geq 2 \quad (21a),$$

$$n = 0,532 V_M^2 - 2,13 V_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq V_M \leq 2 \quad (21б),$$

$$n = 4,4 V_M \text{ при } V_M < 0,5 \quad (21в).$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$ коэффициент n вычисляется по пункту 1.6

1.6 Для $f \geq 100$ (или $\Delta T \approx 0$) и $V_M' \geq 0,5$ (холодные выбросы) при расчете C_M вместо формулы (1) используется формула:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot n \cdot \eta}{H^{\frac{4}{3}}} K \quad (22)$$

где

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1\sqrt{\omega_0 V_1}} \quad (23)$$

причем n определяется по формулам (22а – 2в) при $V_M = V_M'$.

Аналогично при $f < 100$ и $V_M < 0,5$ или $f \geq 100$ и $V_M' < 0,5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет C_M вместо формулы (14) производится по формуле:

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' n \cdot \eta}{H^{\frac{7}{3}}} \quad (24)$$

где

$$m' = 2,86 \cdot m \text{ при } f < 100, V_M < 0,5 \quad (25a),$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, V_M' < 0,5 \quad (25б).$$

1.7 Расстояние X_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация C ($\text{мг}/\text{м}^3$) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения C_M , определяется по формуле:

$$X_M = \frac{5 - F}{4} dH \quad (26)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2,48(1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f_e}) \text{ при } V_M \leq 0,5 \quad (27 а)$$

$$d = 4,95 \cdot V_M (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } 0,5 < V_M \leq 2 \quad (276)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{V_M} (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) \text{ при } V_M > 2 \quad (27 \text{ в})$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значения d находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } V_M' \leq 0,5 \quad (28a),$$

$$d = 11,4 \cdot V_M' \text{ при } 0,5 < V_M' \leq 2 \quad (286),$$

$$d = 16 \cdot \sqrt{V_M'} \text{ при } V_M' > 2 \quad (28в)$$

Задание к практической работе № 3

Требуется рассчитать значения максимальных приземных концентраций загрязняющих веществ от выбросов котельной (C_M) и определить расстояния, при которых они достигают своего максимального значения (X_M).

Общая характеристика ситуации:

Источники выбросов загрязняющих веществ – котлоагрегаты котельной установки, работающей по отопительному графику; золоочистка отсутствует. Месторасположение котельной – юго-западный район Башкортостана; местность ровная, открытая. Исходные данные в табл.7.

Контрольные вопросы

1. Как называются нормативы качества атмосферного воздуха?
2. Какое условие принимается за основу при установлении для стационарного источника выбросов норматива предельно допустимого выброса (ПДВ)?
3. На основании какого документа разрешается выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников?
4. Какие меры применяются к предприятию, имеющему выбросы в атмосферу, в случаях, когда возникает угроза здоровью населения и окружающей среде?
5. Какие мероприятия по охране атмосферного воздуха должны осуществляться при размещении, вводе в действие новых или реконструируемых действующих предприятий?

Исходные данные к расчету

№ п/п	Исходные данные к расчету	Единица	Варианты					
			1	2	3	4	5	6
1	Число дымовых труб, N	шт.	1	1	1	1	1	1
2	Высота дымовых труб, H	м	35	40	35	35	45	55
3	Диаметр устья трубы, D	м	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
4	Скорость выхода газовой смеси, ω_0	м/с	7	6	7,5	7	7	6
5	Температура газовой смеси, T_r	$^{\circ}\text{C}$	125	130	120	110	109	107
6	Температура окружающего воздуха, T_b	$^{\circ}\text{C}$	25	30	15	20	20	24
7	Выброс двуокиси серы, M_{SO_2}	г/с	12	15	10	14	15	11
8	Выброс золы, M_T	г/с	2,6	2,7	1,3	2,6	2,7	2,2
9	Выброс окислов азота (в пересчете на двуокись азота), M_{NO_2}	г/с	0,2	0,5	0,2	0,25	0,28	0,29
10	Коэффициенты в формуле (1): A η	-	200	250	160	140	160	170
		-	1	1	1	1	1	1
11	Максимальные разовые предельно допустимые концентрации (ПДК _р)							
	двуокиси серы	мг/м ³	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	золы	мг/м ³	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	двуокиси азота	мг/м ³	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085	0,085

Практическая работа № 4

Расчет выбросов загрязняющих веществ при сжигании топлива в котлоагрегатах котельной

Цель работы: ознакомиться с загрязняющими веществами, выделяющимися при сжигании топлива и методами их расчета.

Выбросы загрязняющих веществ зависят от количества и вида топлива, а также от типа котлоагрегата. Загрязняющими веществами, выделяющимися при сжигании топлива являются твердые частицы, оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы, оксид ванадия (V).

Алгоритм расчета:

1.1 *Валовый выброс твердых частиц определяется по формуле (т/год):*

$$M_T = m \cdot \varepsilon_T \cdot (1 - \eta_T / 100) \cdot \chi \quad (29),$$

где m – количество израсходованного топлива, т/год;

ε_T – зольность топлива, % масс. (среднее значение зольности составляет для углей – 10-30%, мазута – 0.1 %, природного газа – 0.0 %);

η_T – эффективность золоуловителей, % (среднее значение которого составляет 80-90 %);

χ – безразмерный коэффициент, зависящий от типа и вида топлива (среднее значение составляет для газа – 0,0; для мазута – 0,01; для углей – 0,02).

1.2 *Валовый выброс оксида углерода определяется по формуле (т/год):*

$$M_{CO} = m \cdot C_{CO} \cdot (1 - d_1 / 100) \cdot 10^{-3} \quad (30),$$

где d_1 – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, % (среднее значение составляет для газа и мазута 0,5 %; для углей 4.5 %);

C_{CO} – выход оксида углерода при сжигании топлива, значение которого определяется по формуле (кг/т):

$$C_{CO} = q_r \cdot R \cdot Q_{HT} \quad (31),$$

где q_r – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания, % (среднее значение для газа и мазута 0,5 %; для угля 0.75 %);

R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива (среднее значение составляет для газа 0,5 %; для мазута 0,65 %; для угля 1,0 %);

Q_{HT} – низшая теплота сгорания топлива (среднее значение составляет для газа и мазута 35 МДж/кг; для угля 15 МДж/кг).

1.3 *Валовый выброс оксидов азота определяется по формуле (т/год):*

$$M_{\text{NO}_2} = m \cdot Q_{\text{T}}^{\text{H}} \cdot K_{\text{NO}_2} \cdot (1 - \beta) \cdot 10^{-3} \quad (32),$$

где β – коэффициент, зависящий от степени снижения выбросов NO_2 в результате применения технических решений (для котлов производительностью до 30 т/час, значение $\beta = 0$);

K_{NO_2} – параметр, характеризующий количество NO_2 в кг, образующихся на один ГДж тепла (с ростом паропроизводительности котлоагрегата от 0,5 до 30 т/час значение K_{NO_2} возрастает для газа и мазута от 0,08 до 0,12; для угля от 0,10 до 0,25 кг/ГДж).

1.4 *Валовый выброс оксидов серы определяется по формуле (т/год):*

$$M_{\text{SO}_2} = 0,02m \cdot S_{\text{T}} \cdot (1 - \eta'_{\text{SO}_2}) \cdot (1 - \eta''_{\text{SO}_2}) \quad (33),$$

где S_{T} – содержание серы в топливе, % масс. (среднее значение составляет для природного газа 0,0 %; для мазута малосернистого 0,5 %, мазута сернистого 1,9 %, мазута высокосернистого 4,1 %; для угля 0,5 ... 2,5 %);

η'_{SO_2} – доля оксидов серы, связываемых летучей золой топлива (среднее значение составляет для газа 0,0; для мазута 0,02; для угля 0,1 ... 0,2);

η''_{SO_2} – доля оксидов серы, улавливаемых в золоуловителях (для сухих золоуловителей принимается равной нулю).

1.5 *Валовый выброс пятиоксида ванадия определяется по формуле (оксид ванадия образуется только при сжигании мазута) (кг/год):*

$$M_{\text{V}_2\text{O}_5} = B' \cdot Q_{\text{V}_2\text{O}_5} \cdot (1 - \eta_{\text{ос}}) \cdot (1 - \eta_{\text{T}} / 100) \cdot 10^{-3} \quad (34),$$

где B' – количество израсходованного мазута, т/год;

$Q_{\text{V}_2\text{O}_5}$ – содержание оксидов ванадия в мазуте (г/т), которое определяется путем лабораторного анализа или рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{V}_2\text{O}_5} = 95,4 \cdot S_{\text{T}} - 31,6 \quad (35);$$

$\eta_{\text{ос}}$ – коэффициент оседания ванадия на поверхности нагрева котлов (составляет 0,07 – для котлов с промежуточным паронагревателем, очистка которых производится при остановке агрегата; 0,05 – для котлов без промежуточного паронагревателя при тех же условиях очистки; 0,0 – для остальных случаев);

η_{T} – доля твердых частиц в продуктах сгорания мазута, улавливаемых в устройствах для очистки газов, % (среднее значение составляет 80-90 %).

1.6 *Максимально разовый выброс загрязняющих веществ определяется перерасчетом, исходя из среднемесячного расхода топлива за самый холодный месяц года (г/с):*

$$M_i^{\text{max}} = (M_i / m) \cdot (m_{\text{x}} / n_{\text{x}}) \cdot k \quad (36),$$

где M_i – валовый выброс i -го загрязняющего вещества, т/год;
 m_x – расход топлива за самый холодный месяц года, т;
 n_x – количество дней в самом холодном месяце года;
 k – коэффициент перерасчета, $k \approx 11,6$ (перевод размерности т/год в г/с).

Задание к практической работе № 4

Рассчитать валовые и максимальные разовые выбросы загрязняющих веществ (твердых частиц, оксида углерода, оксидов серы, оксидов азота и оксидов ванадия), образующихся при сжигании данного вида топлива в котлоагрегатах котельной по известным исходным данным (табл. 8).

Таблица 8

Исходные данные к заданию

№ варианта	Q пара, т/час	Вид топлива	m, т/год	m_x , т/мес.	n_x , дней
1	10	газ	6000	720	30
2	15	газ	7000	1020	30
3	20	газ	8200	1280	30
4	25	газ	10300	1500	30
5	30	газ	12600	1680	30
6	10	мазут	6200	880	30
7	15	мазут	9600	1200	30
8	20	мазут	12100	1520	30
9	25	мазут	13900	1800	30
10	30	мазут	15400	2040	30
11	10	уголь	8200	1200	30
12	15	уголь	11900	1680	30
13	20	уголь	15100	2080	30
14	25	уголь	19300	2400	30
15	30	уголь	20500	2640	30

Контрольные вопросы

1. К каким профессиональным заболеваниям приводит воздействие аэрозолей?
2. Как осуществляется гигиеническое нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны?
3. Что такое эффект суммации и какие вредные вещества им обладают?
4. Укажите источники и виды вредных веществ, образующиеся в технологических процессах, характерных для теплоэнергетики?
5. По каким показателям происходит нормирование негативных факторов?

РАЗДЕЛ 2. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Общие сведения

Работа промышленных предприятий связана с потреблением воды. Вода используется в технологических и вспомогательных процессах или входит в состав выпускаемой продукции. При этом образуются сточные воды, которые подлежат сбросу в близлежащие водные объекты.

Сточные воды можно сбрасывать в водные объекты при условии соблюдения гигиенических требований применительно к воде водного объекта в зависимости от вида водопользования.

В соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод» [2, 6] все водные объекты подразделяются на два вида водопользования, которые, в свою очередь, делятся на категории (табл. 9).

Таблица 9

Классификация поверхностных водоемов по видам водопользования

Водные объекты	
I вид – хозяйственно питьевое и культурно-бытовое водопользование	II вид – рыбохозяйственное водопользование
<i>I категория</i> – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности	<i>Высшая категория</i> – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных и ценных видов рыб и других промысловых водных организмов
<i>II категория</i> – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения	<i>I категория</i> – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода
	<i>II категория</i> – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей

При сбросе сточных вод в водные объекты нормы качества воды водного объекта в контрольном (расчетном) створе, расположенном ниже выпуска сточных вод, должны соответствовать санитарным требованиям в зависимости от вида водопользования.

Нормы качества воды водных объектов включают в себя:

- общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в зависимости от вида водопользования;
- перечень ПДК нормированных веществ в воде водных объектов для различных видов водопользования.

В контрольном створе вода должна удовлетворять всем нормативным требованиям.

Вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ). Принадлежность веществ к одному и тому же ЛПВ предполагает суммацию действия этих веществ на водный объект.

Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования используют три вида ЛПВ: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

ЛПВ для рыбохозяйственных объектов следующие: санитарно-токсикологический, токсикологический, рыбохозяйственный, общесанитарный, органолептический.

Вещества, концентрация которых изменяется в воде водного объекта только путем разбавления, называются консервативными.

Вещества, концентрация которых изменяется как под действием разбавления, так и вследствие протекания различных химических, физико-химических и биологических процессов – неконсервативными.

Совокупность разбавления и самоочищения составляет обезвреживающую способность водного объекта.

В зависимости от вида и категории водоема контрольный створ может устанавливаться в разных местах.

При сбросе сточных вод в водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования контрольный створ должен устанавливаться на водотоках в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территории населенного пункта и т. п.), а на непроточных водоемах и водохранилищах – в одном километре в обе стороны от пункта водопользования.

При сбросе сточных вод в водные объекты рыбохозяйственного водопользования контрольный створ определяется в каждом конкретном случае республиканской (областной) администрацией по представлению органов Роскомприроды, но не далее чем в 500 м от места сброса сточных вод.

Таким образом, для разных видов водопользования качество воды водного объекта при сбросе в него сточных вод должно соответствовать в контрольном створе нормам.

При сбросе сточных вод в водные объекты санитарное состояние водного объекта в расчетном створе считается удовлетворительным, если соблюдается следующие условие:

$$\sum_1^z \frac{C_{p.c.}^z}{ПДК_i} \leq 1, \quad (37)$$

где $C_{p.c.}^z$ – концентрация i -го вещества в контрольном створе при условии одновременного присутствия z веществ, относящихся к одному и тому же ЛПВ; $i = 1, 2, \dots, z$;

z – количество веществ с одинаковым ЛПВ;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i – го вещества.

Основной механизм снижения концентрации консервативного загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты – разбавление. В практике расчетов используют понятие кратность разбавления. Кратность разбавления в водотоке у контрольного створа выражается зависимостью:

$$n = \frac{\gamma Q + q}{q}, \quad (38)$$

где γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды водотока участвует в разбавлении;

q – максимальный расход сточных вод, м³/с;

Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, м³/с.

При определении кратности разбавления сбрасываемых сточных вод водой водотока расчетный расход Q принимается при следующих условиях:

- для незарегулированных водотоков – расчетный минимальный среднемесячный расход воды 95 %-й обеспеченности;
- для зарегулированных водотоков – установленный гарантированный расход ниже плотины (санитарный пропуск) с учетом исключения возможных обратных течений в нижнем бьефе.

Практическая работа № 5

Расчет необходимой степени очистки сточных вод

Цель работы: расширение знаний о химическом загрязнении поверхностных вод и методах их очистки.

При выпуске сточных вод в водные объекты необходимо, чтобы вода водного объекта в расчетном (контрольном) створе удовлетворяла санитарным требованиям в соответствии с неравенством (38). Для достижения данного условия необходимо заранее рассчитать предельные концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, с которыми эта вода может быть сброшена в водный объект.

Основные методы расчета предельных концентраций очищенных сточных вод приведены ниже.

5.1 Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ

Концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде, разрешенной к сбросу в водный объект, определяют из выражения:

$$C_{\text{оч}} = K_{\text{разр}} \left(\frac{\gamma Q}{q} + 1 \right) + C_{\text{ф}} \quad (39)$$

где $C_{\text{ф}}$ — концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л;

$K_{\text{разр}}$ — разрешенное санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе.

Рассчитав необходимую концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде ($C_{\text{оч}}$) и зная концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистку ($C_{\text{ст}}$), определяют необходимую эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам по формуле:

$$\varepsilon_{\text{взв}} = \frac{C_{\text{ст}} - C_{\text{оч}}}{C_{\text{ст}}} \cdot 100 \% \quad (40)$$

5.2 Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода

В соответствии с «Правилами» [6] содержание растворенного кислорода в водном объеме в результате сброса в него сточных вод не должно быть менее 4 г/м³ или 6 г/м³ в зависимости от вида водопользования и времени года.

При поступлении органических загрязнений в водоеме происходит существенное снижение содержания растворенного кислорода до определенного

минимума, расходуемого на жизнедеятельность микроорганизмов – редуцентов, после чего содержание кислорода вновь начинает возрастать. Критическое состояние обычно наступает через 2 суток.

Расчет ведут по БПК_{полн} в очищенных сточных водах ($L_{стполн}$) из условия сохранения растворенного кислорода:

$$L_{полн}^{ст} = \frac{\gamma Q_{сут}}{0,4q_{сут}} (O^в - 0,4L_{полн}^в - O) - \frac{O}{0,4} \quad (41)$$

где $Q_{сут}$ – расход воды водотока, м³/сут.;

γ – коэффициент смешения;

$O^в$ – содержание растворенного кислорода в водотоке до места выпуска сточных вод, г/м³;

$q_{сут}$ – расход сбрасываемых сточных вод, м³/сут.;

$L_{полн}^в$ – полное биохимическое потребление кислорода водой водотока, г/м³;

$L_{полн}^{ст}$ – полное биохимическое потребление кислорода сточной водой, допустимой к сбросу, г/м³;

O – минимальное содержание растворенного кислорода водного объекта, принимаемое равным 4 или 6 г/м³;

0,4 – коэффициент для пересчета БПК_{полн} в БПК₂.

5.3 Расчет необходимой степени очистки сточных вод по БПК_{полн} смеси воды водного объекта и сточных вод

При сбросе сточных вод в водные объекты снижение концентрации органических веществ происходит как за счет разбавления, так и благодаря процессам самоочищения. При протекании процесса самоочищения скорость изменения БПК пропорциональна количеству кислорода, потребного для биологического окисления органических веществ.

Расчет ведут по величине БПК_{полн} сточных вод, допустимых к отводу в водные объекты:

$$L_{ст} = \frac{\gamma Q}{q \cdot 10^{-R_{ст}t}} (L_{пдк} - L_в \cdot 10^{-R_вt}) + \frac{L_{пдк}}{10^{-R_{ст}t}} \quad (42)$$

где γ – коэффициент смешения;

Q – расход воды в водотоке, м³/с;

q – расход сточных вод, м³/с;

$R_{ст}$, $R_в$ – константы скорости потребления кислорода соответственно сточной водой и водой водного объекта;

$L_{пдк}$ – предельно допустимое значение БПК_{полн} смеси сточных вод и воды водного объекта в расчетном створе, г/м³;

L_B – БПК_{полн} воды водного объекта до места выпуска сточных вод, г/м³;

t – длительность перемещения воды от места сброса до расчетного створа, сут.

5.4. Расчет допустимой температуры сточных вод перед сбросом их в водные объекты

Расчет ведут исходя из условий, что температура воды водного объекта не должна повышаться более величины, оговоренной «Правилами» [1] в зависимости от вида водопользования.

Температура сточных вод, разрешенных к сбросу, должна удовлетворять условию:

$$T_{ст} \leq n \cdot T_{доп} + T_B, \quad (43)$$

где $T_{доп}$ – допустимое повышение температуры;

T_B – температура водного объекта до места сброса сточных вод.

5.5. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по вредным веществам

Все вредные вещества, для которых определены значения ПДК, группируются по лимитирующим показателям вредности (ЛПВ) в зависимости от вида водопользования.

Санитарное состояние водного объекта в результате сброса сточных вод считается удовлетворительным, если вещества, входящие в определенный ЛПВ, будут содержаться в концентрациях, удовлетворяющих условию (45). Откуда следует, что каждое вредное вещество, входящее в ЛПВ, при условии одновременного присутствия z веществ, может присутствовать в расчетном створе в концентрации, не более чем:

$$C_{p.c}^z \leq C_{ПДК}^z \left(1 - \sum_1^{z-1} \frac{C_{p.c}^i}{C_{ПДК}^i} \right) \quad (44)$$

где $C_{z.p.c}$ – значение концентрации z -го вредного вещества в расчетном створе при условии одновременного присутствия z веществ с одинаковым ЛПВ;

$C_{i.p.c}$ – фактическая или расчетная концентрация i -го вещества в расчетном створе;

$C_{ПДК}$ – предельно допустимая концентрация z -го вещества.

Концентрацию каждого из z веществ в очищенных сточных водах, при условии соблюдения неравенства, можно определить из выражения:

$$C_{оч}^z \leq n(C_{p.c}^z - C_B^z) - C_B^z \quad (45)$$

где $C_{z.оч}$ – концентрация z вещества в очищенной воде, перед сбросом в водный объект, при условии одновременного присутствия веществ с одинаковым ЛПВ;

$C_{зр.с}$ – концентрация z-го вещества в расчетном створе;

$C_{зв}$ – концентрация z-го вещества в водном объекте до места сброса сточных вод;

n – кратность разбавления сточных вод.

используя уравнение эффективности очистки, найдем значение $C_{зоч}$, для каждого из веществ, относящихся к этой группе ЛПВ:

$$C_{оч}^z = \left(1 - \frac{\mathcal{E}_z}{100}\right) C_{ст}^z \quad (46)$$

где $C_{зст}$ – концентрация z-го вещества в сточной воде, поступающего на очистку;

\mathcal{E}_z – эффективность очистки z-го вещества.

Приравняв правые части уравнений (46, 47), определяем максимально допустимую концентрацию z-го вещества в расчетном створе:

$$C_{р.с}^z = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{\mathcal{E}_z}{100}\right) C_{ст}^z + \frac{n-1}{n} C_{в}^z \quad (47)$$

Вычислив значения концентрации $C_{зр.с}$ для каждого из веществ, входящих в определенный ЛПВ, и подставив в выражение (38), получим расчетную формулу для определения степени очистки:

$$\frac{1}{n} \sum_1^z \left(1 - \frac{\mathcal{E}_z}{100}\right) \frac{C_{ст}^z}{C_{ПДК}^z} + \frac{n-1}{n} \sum_1^z \frac{C_{в}^z}{C_{ПДК}^z} \leq 1 \quad (48)$$

Практика работы очистных сооружений показывает, что вещества, входящие в определенный ЛПВ, удаляются не одинаково. Поэтому определение эффективности очистки должно быть выполнено для вещества, наиболее трудно выводимого из сточных вод. Остальные компоненты, как более легко выводимые, будут заведомо иметь больший эффект очистки.

Эффективность очистки трудно удаляемого вещества определяется из выражения:

$$\mathcal{E}_z = \left(1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_1^z \frac{C_{в}^z}{C_{ПДК}^z}}{\frac{1}{n} \sum_1^z \frac{C_{ст}^z}{C_{ПДК}^z}}\right) \cdot 100 \% \quad (49)$$

Основное уравнение смешения сточных вод с природными имеет вид:

$$gC_{ст} + QC_{\phi} = (g + yQ)C_{расч} \quad (50)$$

где Q – расход воды в водотоке, м³/с;

g – расход сточных вод, м³/с;

C_{ϕ} – концентрация данного вредного вещества в водотоке (фоновая), мг/л;

$C_{ст}$ – концентрация данного вредного вещества в сточных водах, мг/л;

y – коэффициент смешения, показывающий, какая часть расхода водного объекта смешивается в данном водотоке со сточной водой;

$C_{расч}$ – концентрация данного вредного вещества перед расчетным пунктом водопользования, мг/л.

Эта формула позволяет прогнозировать санитарное состояние воды при всех заданных параметрах, входящих в нее. Прогноз осуществляется путем сравнения $C_{расч}$ с установленной для данного вещества ПДК. Если $C_{расч}$ меньше или равно ПДК, то прогноз благоприятен и, следовательно, меры, принимаемые на предприятии для очистки или разбавления сточных вод, достаточны. В противном случае необходимо принять меры по уменьшению количества сточных вод или концентрации в них вредного вещества либо за счет дополнительных систем очистки, либо совершенствованием технологических процессов.

Задания к практической работе № 5

Используя исходные данные задач, определить концентрацию вредного вещества после пункта сброса сточных вод и дать оценку санитарного состояния воды.

Задача 1. Предприятие сбрасывает в реку сточные воды с расходом $g = 3 \text{ м}^3/\text{с}$. Расход воды в водотоке реки $Q = 118 \text{ м}^3/\text{с}$. Коэффициент смешения $y = 0,3$. В сточных водах содержатся нефтепродукты, концентрация которых $C_{сточн} = 1 \text{ мг/л}$. Концентрация нефтепродуктов в водостоке выше сброса сточных вод (фоновая) $C_{ф} = 0,05 \text{ мг/л}$. ПДК нефтепродуктов в водных объектах – $0,1 \text{ мг/л}$.

Задача 2. Предприятие сбрасывает сточные воды с расходом $g = 4 \text{ м}^3/\text{с}$ в реку. Расход воды в водотоке реки $Q = 30 \text{ м}^3/\text{с}$. Коэффициент смешения $y = 1,0$. В сточных водах содержатся нефтепродукты, концентрация которых $C_{ст} = 0,9 \text{ мг/л}$, и медь $C_{ст} = 0,3 \text{ мг/л}$. Концентрация нефтепродуктов в водотоке выше сброса сточных вод $C_{ф} = 0,07 \text{ мг/л}$, меди $C_{ф} = 0$. ПДК нефтепродуктов в водных объектах = $0,1 \text{ мг/л}$, ПДК меди – $1,0 \text{ мг/л}$.

Задача 3. Автотранспортный цех сбрасывает сточные воды от мойки автомобилей с расходом $g = 0,7 \text{ м}^3/\text{с}$ в реку. Расход воды в водотоке реки $Q = 40 \text{ м}^3/\text{с}$. Коэффициент смешения $y = 1,0$. В сточных водах содержатся нефтепродукты, концентрация которых $C_{ст} = 2 \text{ мг/л}$, и взвешенные вещества $C = 4 \text{ мг/л}$. Концентрация нефтепродуктов в водостоке выше сброса сточных вод (фоновая) $0,01 \text{ мг/л}$, взвешенных веществ – $2,0 \text{ мг/л}$. ПДК нефтепродуктов в ВО – $0,1 \text{ мг/л}$, взвешенных веществ – $0,25 \text{ мг/л}$.

Задача 4. В водоток с расходом $Q = 35 \text{ м}^3/\text{с}$ после очистных сооружений сбрасываются очищенные сточные воды с расходом $q = 0.6 \text{ м}^3/\text{с}$. Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистные сооружения, $C_{ст} = 250 \text{ мг/л}$. Участок водного объекта, куда сбрасываются сточные воды, относится ко второй категории рыбохозяйственного водопользования. Фоновая концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до места сброса $C_{ф} = 3 \text{ мг/л}$. Коэффициент смешения для данного случая: $\gamma = 0,71$. Найти требуемую эффективность очистки.

Задача 5. Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к сбросу в водоток после очистных сооружений, и необходимую эффективность очистки сточной воды по вариантам для условий (табл. 10).

Таблица 10

Исходные данные к задаче № 5

№ варианта	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$q, \text{ м}^3/\text{с}$	$C_{ст}, \text{ мг/л}$	$C_{ф}, \text{ мг/л}$	γ	Категория водопользования водного объекта
1	15	0,5	200	3	0,67	Рыбохозяйственная первой категории
2	15	0,5	200	3	0,67	
3	15	0,5	200	4	0,67	
4	15	0,5	200	4	0,67	
5	15	0,5	200	2	0,67	
6	30	0,8	250	6	0,67	Рыбохозяйственная второй категории
7	30	0,8	250	6	0,67	
8	30	0,8	250	5	0,67	
9	30	0,8	250	5	0,67	
10	30	0,8	250	7	0,67	
11	40	1,2	190	5	0,67	Хозяйственно-питьевые нужды населения
12	40	1,2	190	5	0,67	
13	40	1,2	190	5	0,67	
14	40	1,2	170	4	0,67	
15	40	1,2	175	4	0,67	
16	45	1,5	180	3	0,67	Культурно-бытовые нужды населения
17	45	1,7	165	3	0,67	
18	45	1,75	180	4	0,67	
19	45	1,8	115	2	0,67	
20	45	2,0	130	2	0,67	

РАЗДЕЛ 3. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПОЧВ

Почва – один из главных объектов окружающей среды, основной источник получения продуктов питания, жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, среда обитания и источник существования растений, животных, микроорганизмов, это основное связующее звено биосферы, первооснова экономического и социального развития, благосостояния общества. Почвы России – главное ее национальное достояние [3].

Основные источники антропогенного загрязнения почвы:

- твердые и жидкие отходы добывающей, перерабатывающей и химической промышленности, теплоэнергетики и транспорта;
- отходы потребления (в первую очередь твердые бытовые отходы – ТБО);
- сельскохозяйственные отходы и применяемые в агротехнике ядохимикаты;
- атмосферные выпадения токсичных веществ;

Под охраной почв понимают комплекс мер, направленных на предотвращение загрязнения, деградации почв, на поддержание ее экологического состояния и плодородия.

Принцип нормирования содержания химических соединений в почве основан на том, что поступление их в организм происходит преимущественно через контактирующие с почвой среды.

Основные понятия, касающиеся химического загрязнения почв, определены ГОСТом 17.4.1.03-84. Охрана природы. Почвы. Термины и определения химического загрязнения [3].

Ранжирование почв по степени их загрязнения химическими веществами имеет важное значение для осуществления природоохранных мероприятий, мероприятий по рекультивации земель (табл. 11).

Таблица 11

Отнесение химических веществ, попадающих в почву из выбросов, сбросов, отходов к классам опасности

Класс опасности	Загрязняющие вещества
I - высокоопасные	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, селен, цинк, фтор, бенз(а)пирен
II - умеренно опасные	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
III - малоопасные	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон

Предельно допустимая концентрация в пахотном слое почвы (ПДК_п) – это концентрация вредного вещества в верхнем, пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы. [3].

ПДК_п представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве. Нормирование химического загрязнения почв осуществляется по предельно допустимым концентрациям. Различают четыре разновидности ПДК_п в зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды:

- ТВ – транслокационный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы через корневую систему в растение;
- МА – миграционный воздушный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в атмосферу;
- МВ – миграционный водный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы в подземные грунтовые воды и водные источники;
- ОС – общесанитарный показатель, характеризующий влияние химического вещества на самоочищающуюся способность почвы.

При оценке опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать следующее [11]:

- опасность загрязнения тем больше, чем выше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве по сравнению с ПДК;
- опасность загрязнения тем больше, чем выше класс опасности контролируемых веществ;
- при оценке опасности загрязнения любым токсикантом следует учитывать буферность почвы, влияющую на подвижность химических элементов, что определяет их воздействие на контактирующие среды.

Практическая работа № 6

Оценка уровня химического загрязнения почв

Цель работы: расширить представления о загрязнении почв предприятиями ТЭК и приобрести практические навыки расчета некоторых критериев оценки качества почв, используемых при проведении оценки воздействия на окружающую среду.

Оценка уровня химического загрязнения почв населенных пунктов проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими

показателями являются коэффициент концентрации химического элемента K_c и суммарный показатель загрязнения Z_c . Коэффициент концентрации химического вещества K_c определяется как отношение реального содержания загрязняющего вещества в почве к фоновому содержанию по уравнению:

$$K_{ci} = \frac{C_i}{C_{\phi i}} \quad (51)$$

где C_i – фактическое содержание загрязняющего вещества в почве, мг/кг;
 $C_{\phi i}$ – фоновое содержание загрязняющего вещества в почве, мг/кг.

Поскольку часто почвы загрязнены сразу несколькими элементами, то для них рассчитывают суммарный показатель загрязнения, отражающий эффект воздействия группы элементов определяется по формуле

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n - 1) \quad (52)$$

где K_{ci} – коэффициент концентрации i -го элемента в пробе; n – число суммируемых элементов.

Оценка опасности загрязнения почв комплексом элементов по показателю Z_c , проводится по оценочной шкале (табл. 12), градации которой разработаны на основе изучения показателей здоровья населения.

Суммарный показатель загрязнения может быть определен как для всех элементов в одной пробе, так и для участка территории по геохимической выборке.

Таблица 12

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

Категория загрязнения почв	Значение Z_c	Изменения показателя здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение уровня общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение уровня общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	Более 128	Увеличение уровня общей заболеваемости детского населения, женщин с нарушением репродуктивной функции (увеличение токсикозов беременности, числа преждевременных родов)

Задание к практической работе № 6

Для оценки содержания вредных веществ в почве провели отбор проб на участке площадью 25 м² в 5 точках по диагонали с глубины 0,25 метров. В результате исследований установлено, что почва загрязнена вредными веществами, представленными в табл. 20.

Порядок выполнения работы

1. Определить опасность загрязнения почвы. В начале подсчитайте коэффициент концентрации химического элемента K_c как отношение $C_i/PДК_{mi}$ для каждого ингредиента (табл. 13) в соответствии с вариантом задания (табл. 13).

Таблица 13

ПДК химических веществ в почве

Вещество	ПДК мг/кг почвы	Лимитирующий показатель
Кобальт	5,0	Общесанитарный
Марганец	1500	Общесанитарный
Медь	55	Общесанитарный
Фтор	2,8	Транслокационный
Хром	6,0	Общесанитарный
Фтор	10,0	Транслокационный
Бенз(а)пирин	0,02	Общесанитарный
Ксилол	0,3	Транслокационный
Мышьяк	2,0	Транслокационный
Ртуть	2,1	Транслокационный
Свинец	32	Общесанитарный
Сероводород	0,4	Воздушный
Серная кислота	100,4	Общесанитарный
Стирол	0,1	Воздушный
Суперфосфат	200	Транслокационный
Формальдегид	7,0	Воздушный
Хлористый калий	560	Водный
Цинк	100	Общесанитарный

2. Затем по суммарному показателю загрязнения (Z_c) определите уровень опасности химического загрязнения почвы (табл. 19). Результаты вычислений представьте в виде таблицы 14.

Укажите наиболее распространенные источники загрязнения почв. Какими методами и средствами можно уменьшить загрязнение почв?

Таблица 14

Количественный анализ загрязнения почвы

№ п/п	Загрязняющее вещество	Среднее содержание загрязняющего вещества в почве, мг/кг	ПДКп, мг/кг	Коэффициент концентрации химического элемента K_c
1				
2				
...				
			$Z_c =$	

Таблица 15

Исходные данные для расчета опасности загрязнения почвы по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Вариант	Фактическая концентрация, C_i (мг/кг)									
	Марганец	Мышьяк	Ртуть	Свинец	Хром	Бенз(а)пирен	Цинк	Медь	Сульфосфат (P_{2O5})	Формальдегид
1	2200		1,5	34	0,11	0,05	1100	250	1900	6
2	3300	1,3	-	22	0,03	0,03	1250	300	1800	6
3	6600	2,5	1,8	100	0,04	0,04	980	280	-	11
4	3950	10,3	1,6	96	-	0,022	750	410	1400	8
5	4520	10,5	1,8	78	-	0,02	880	450	1500	12
6	1250	1,2	1,2	-	0,15	0,05	458	451	1450	7
7	4890	9,6	1,2	45	0,15	0,06	489	287	1568	6
8	2200		1,5	34	0,11	0,05	1100	250	1900	6
9	3300	1,3	-	22	0,03	0,03	1250	300	1800	6
10	6659	2,5	1,8	100	0,04	0,04	980	280	-	11
11	3950	10,3	1,6	96	-	0,022	750	415	1454	-
12	4520	10,5	1,8	78	-	0,02	880	450	1500	12
13	-	1,2	1,2	59	0,15	0,05	458	451	1450	7
14	4890	9,6	1,2	45	0,15	0,06	489	287	1568	6
15	2200		1,5	34	0,11	0,05	1100	250	1900	6
16	3325	1,3	1,2	-	0,03	0,03	1250	300	1800	6
17	6601	2,5	1,8	100	0,04	0,04	980	280	-	11
18	3950	10,3	1,6	96	-	0,022	750	410	1400	8
19	4528	10,5	1,8	78	-	0,02	880	450	1500	12
20	1236	-	1,2	58	0,15	0,05	458	451	1450	7

Контрольные вопросы

1. Что является критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами?
2. Каким образом осуществляется нормирование химического загрязнения почв?
3. Какие разновидности ПДК_п в зависимости от пути миграции химических веществ в сопредельные среды различают?
4. К какому числу классов опасности относят химические вещества, попадающие в почву из выбросов, сбросов, отходов?
5. Какие вещества, загрязняющие почву, относятся к высоко опасным веществам?
6. Назовите основные источники антропогенного загрязнения почвы.
7. Укажите наиболее распространенные источники загрязнения почв.
8. Перечислите методы и средства уменьшения загрязнения почв.
9. Чем обусловлена кислотность почв?
10. Что более благоприятно для растений—кислотность или щелочность?

РАЗДЕЛ 4. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Практическая работа № 7 Влияние выбросов диоксида азота на организм человека

Цель работы: определить зависимость между значениями выбросов диоксида азота и заболеваемостью бронхиальной астмой.

Загрязняющие вещества ТЭК, а также многих заводов и предприятий, превышающие значения ПДК, способны оказывать токсическое воздействие на человека, вызывая заболевания различной степени тяжести. Именно поэтому проводят мониторинговые исследования в пределах СЗЗ и селитебных зон для выявления степени загрязненности атмосферного воздуха.

На основе статистических методов анализа данных, в частности корреляционного, возможно определить зависимость между значениями выбросов загрязняющих веществ и заболеваемостью населения, проживающих вблизи экологически неблагоприятных районов.

Характер взаимосвязи между показателями (или коэффициент корреляции r) определяют по формуле:

$$r_{AB} = \frac{\sum d_A \cdot \sum d_B}{\sqrt{(\sum d_{A^2} \cdot \sum d_{B^2})}} \quad (53)$$

где A и B – коррелируемые ряды вариант; d_A и d_B – отклонения вариант от средней этого ряда;

Для заключительного вывода необходимо руководствоваться правилами: положительные значения r демонстрируют прямой характер взаимосвязи, отрицательные – обратный; значения r от 0 до 0,3 иллюстрируют незначительную связь, от 0,3 до 0,5 – слабую, от 0,5 до 0,7 – среднюю, от 0,7 до 1,0 – сильную.

Задание к практической работе № 7

1. Рассчитать коэффициент корреляции (r) между значениями диоксида азота и заболеваемостью бронхиальной астмой. Исходные данные для расчета коэффициента корреляции r в табл.16., варианты заданий в табл.17.
2. Составить отчет по данным наблюдения.

Таблица 16

Расчетная таблица для выявления корреляционной взаимосвязи между исследуемыми параметрами

Заболеваемость	NO ₂	dA	dB	dA ²	dB ²	dAdB
A	B					
0	73					
10	80,6					
20	88,5					
30	96,6					
40	104,9					
$\Sigma = 100$	$\Sigma =$			$\Sigma =$	$\Sigma =$	$\Sigma =$
M=	M=			$\sqrt{\Sigma dA^2 * dB^2} =$		r = ?

Таблица 17

Варианты заданий

№п/п	I		II		III		IV		V		VI	
	A	SO ₂	A	CO ₂	A	NO ₂	A	NO	A	NO ₂	A	SO ₂
1	0	5	0	5	0	50	5	20	0	73	0	1
2	12	12	15	12	10	65,5	12	25	10	80,2	1	25
3	15	18	18	18	20	68,9	16	28	20	85,6	5	21
4	19	10	14	10	35	89,2	18	29	30	97,2	8	14
5	20	20	16	20	45	90,5	19	31	40	99,6	9	11
6	25	8	25	8	70	104,8	20	15	60	105,2	10	8

Примечание: Σ - значение суммы; M – среднее значение.

Практическая работа № 8

Влияние шумового и электромагнитного воздействия на человека

Цель работы: рассчитать размер санитарно-защитной зоны для уменьшения шумового загрязнения.

Под физическими (энергетическими) загрязнениями окружающей среды необходимо понимать шум, вибрацию, тепловое, электромагнитное и ионизирующее излучение, и другие физические явления, вредно воздействующие на окружающую среду. Основными источниками физических загрязнений на ТЭС могут быть основное и вспомогательное оборудование на предприятии, а также строительно-монтажные работы.

Ионизирующее излучение – это физическое явление, связанное с излучением потока частиц или электромагнитной энергии, приводящее к ионизации окружающей среды. Наиболее опасными являются γ – излучения и нейтроны, так как имеют наибольшие пробеги. Методы и средства защиты от ионизирующих излучений следующие: установление предельно допустимых доз облучения; контроль уровня радиации; изоляция излучающих объектов; применение вентиляции и вытяжных шкафов; применение защитных экранов. Защитными экранами от ионизирующих излучений являются стенки контейнеров для перевозки изотопов, стенки сейфов для хранения изотопов, а также специальные экраны.

Шум – это сочетание звуков различной интенсивности и частоты; мешающий, нежелательный звук. Звук – это акустические колебания частотой 16-20000 Гц, распространяющийся в упругой среде, вызванные каким либо источником и воспринимаемое слуховым аппаратом человека. Инфразвук – колебания с частотой ниже 16 Гц, ультразвук – выше 20000 Гц (выше 109 Гц – гиперзвук). Источником шума являются процессы механического (соударения, скольжения и трения деталей), аэродинамического (истечения газов) и гидродинамического (истечение жидкостей) происхождения.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами: 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука L_A , дБА.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{Aэкв.}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_A макс.$, дБА. Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням должна проводиться одновременно по эквивалентному и максимальному уровням звука. Превышение одного из показателей должно рассматриваться как несоответствие настоящим санитарным нормам.

Уровень звука, создаваемый одной фазой ВЛ, определяется по формуле:

$$L_A(R) = 16 + 1,14 \cdot E_{\max} + 9 \cdot r_0 + 15 \cdot \lg(n) - 10 \cdot \lg(R), \quad (54)$$

где E_{\max} – максимальная напряженность электрического поля на поверхности провода, кВ/см;

r_0 – радиус провода, см;

n – количество проводов в расщепленной фазе;

R – расстояние от проекции провода на землю до расчетной точки, м;

Уровень звука, создаваемый воздушной ЛЭП, определяется по формуле:

$$L_{A\Sigma} = L_A(R) + 10 \cdot \lg n_{\Phi}, \quad (55)$$

где n_{Φ} – количество фаз линии.

Максимальная напряженность электрического поля на поверхности провода равна $E_{\max} = K_y \cdot E_{CP}$,

где K_y – коэффициент, учитывающий усиление напряженности электрического поля вследствие влияния зарядов на составных проводах расщепленной фазы;

E_{CP} – средняя напряженность электрического поля на поверхности провода, кВ/см.

Коэффициент, учитывающий усиление напряженности электрического поля вследствие влияния зарядов на составных проводах расщепленной фазы рассчитывается по формуле:

$$K_y = 1 + (n - 1) \cdot \frac{r_0}{r_p} \quad (56)$$

где r_p – радиус расщепленной фазы, см.

Для ВЛ 500 кВ провода в расщепленной фазе располагаются в вершине равностороннего треугольника с шагом расщепления равным a . Для этого случая радиус расщепленной фазы определяется по следующей формуле:

$$r_p = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad (57)$$

где a – шаг расщепления, см;

Средняя напряженность электрического поля на поверхности провода определяется по формуле:

$$E_{cp} = \frac{U_{\Phi}}{n \cdot r_0 \cdot \ln\left(\frac{S}{r_3}\right)} \quad (58)$$

где U_{Φ} – фазное напряжение сети, кВ;

S – среднегеометрическое расстояние между фазами, см;

$r_{\text{Э}}$ – эквивалентный радиус провода, см.

Эквивалентный радиус определяется по формуле:

$$r_{\text{Э}} = \sqrt[n]{n \cdot r_0 \cdot r_p^{n-1}} \quad (59)$$

Среднегеометрическое расстояние между фазами:

$$S = \frac{\sqrt[3]{2} \cdot D_0}{\sqrt[3]{\left(1 + \left(\frac{D_0}{2H_0}\right)^2\right) \cdot \left(1 + \left(\frac{D_0}{H_0}\right)^2\right)}} \quad (60)$$

где D_0 – расстояние между фазами, м;

H_0 – высота подвеса провода над поверхностью земли, м.

Для рассматриваемой территории в соответствии с определяем допустимый уровень звука $ДУ_{LA}$ для времени суток с 2300 до 700.

Если принять равным $ДУ_{LA}=L_A$, то $R=R_{\text{min}}$.

Тогда формулу можно записать в следующем виде, где D_0 – расстояние между фазами, м;

H_0 – высота подвеса провода над поверхностью земли, м.

Для рассматриваемой территории определяем допустимый уровень звука $ДУ_{LA}$ для времени суток с 2300 до 700.

Если принять равным $ДУ_{LA}=L_A$, то $R=R_{\text{min}}$.

Тогда формулу (61) можно записать в следующем виде

$$ДУ_{LA} = L_A(R_{\text{min}}) + 10 \cdot \lg n_{\Phi} \quad (61)$$

или

$$ДУ_{LA} = 16 + 1,14 \cdot E_{\text{max}} + 9 \cdot r_0 + 15 \cdot \lg n - 10 \cdot \lg R_{\text{min}} + 10 \cdot \lg n_{\Phi}.$$

Из формулы (10) минимальное расстояние, а соответственно размер санитарно-защитной зоны равен:

$$R_{\text{min}} = 10^{0.1(16+1.14E_{\text{max}}+9r_0+15\lg n+10\lg n_{\Phi}-ДУ_{LA})} \quad (62)$$

Для территорий жилой зоны допустимый уровень звука $ДУ_{LA}$ в период с 2300 до 700 составляет 45 дБА.

Задание 1 к практической работе № 8

Определить уровни звука, создаваемые ВЛ 500 кВ в соответствии с исходными данными, на разных расстояниях R от ее проекции крайней фазы на землю в середине пролета. Линия имеет горизонтальное расположение проводов с расстоянием между ними $D_0=10,5$ м. Фазы расщепленные, состоящие из трех проводов АС-330 радиусом $r_0=1,26$ см с шагом расщепления $a=76$ см. Высота подвеса проводов на опоре $H_{п}=22$ м, габарит линии $H_0=8,65$ м, средняя высота подвеса проводов над землей $H_{ср}=13,1$ м. Грозозащитные тросы изолированы от опор, т.е. влияние их на электрическое поле проводов не учитывается. Определить границу СЗЗ ВЛ по шуму для случая ее прохождения вблизи территории селитебной зоны. Сделать выводы.

Задание 2 к практической работе № 8

Рассчитать экран для защиты от источника ионизирующих излучений в рабочем помещении. Согласно нормативу при 6-часовом рабочем дне, предельно допустимая доза облучения составляет $W_{д}=1,4$ мР/ч.

Для расчета защитных экранов от ионизирующих излучений необходимо знать данные об источнике излучения, расстояния от источника и выбрать материал защитного экрана:

1. Рассчитывают коэффициент ослабления экрана:

$$K = \frac{8.4m_{Ra}}{R^2w_{д}} \quad (63)$$

где m_{Ra} [мг-экв.Ра] – γ – эквивалент источника – условная масса ^{226}Ra , создающего на некотором расстоянии такую же мощность экспозиционной дозы, как и данный источник (1 мг-экв.Ра= $8,4$ Р/ч на расстоянии 1 см); R – расстояние от источника, см; $w_{д}$ – предельно- допустимая доза облучения, мР/ч.

Выбирают материал и его толщину. Для этого можно использовать график зависимости коэффициента ослабления материала от толщины (рис. 3). Исходные данные в табл. 18.

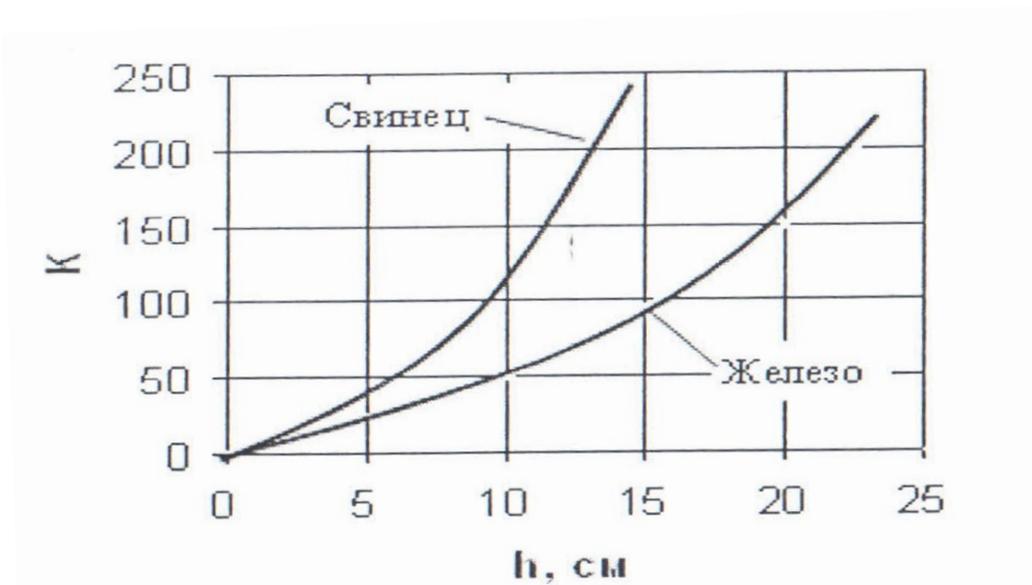


Рис. 3. Зависимость коэффициента ослабления экрана от толщины материала

Таблица 18

Исходные данные

№ варианта	m_{Ra} [мг-экв. Ra]	R, см
1	665000	200
2	555000	150
3	645000	180
4	535000	130
5	625000	170
6	661000	190
7	962000	250
8	863000	230
9	764000	220
10	665000	180

Контрольные вопросы

1. Какие отрасли промышленности РФ являются основными источниками загрязнения атмосферы?
2. Что понимают под загрязнением атмосферного воздуха?
3. Что такое физические (энергетические) загрязнения?
4. Шум, звук, инфразвук и ультразвук. Основные параметры.
5. Методы и средства защиты от шума и вибрации.
6. Ионизирующие излучения и его виды.
7. Методы и средства защиты от ионизирующих излучений.

Практическая работа № 9

Расчет категории опасности предприятия для биосферы в зависимости от массы и номенклатуры выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ и определение размеров санитарно-защитной зоны предприятия

Указания к решению задачи

В зависимости от массы и видового состава выбросов в атмосферу в соответствии с «Рекомендациями по делению предприятий на категории опасности» определяют категорию опасности предприятия по формуле:

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (64)$$

где M_i – масса выброса i -го вещества, т/г;

ПДК_i – предельная допустимая концентрация i -го вещества, мг/м³;

n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

α_i – безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью сернистого газа, определяется по таблице 19.

Таблица 19

Значения α_i для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности			
	1	2	3	4
α_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Значения КОП рассчитываются при условии, когда $M_i / \text{ПДК}_i > 1$.

При $M_i / \text{ПДК}_i < 1$ значение КОП не рассчитываются и приравниваются нулю.

Для расчета КОП при отсутствии среднесуточных ПДК используют значение максимальных разовых ПДК, ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ).

Для веществ для которых отсутствует информация о ПДК или ОБУВ, значение КОП приравнивают к массе выбросов данного вещества.

По величине КОП предприятия делят на четыре категории опасности. Граничные условия для деления предприятий по категориям опасности приведены в табл. 20.

Значения КОП в зависимости от категории опасности предприятий

Категория опасности предприятия	Значения КОП
1	КОП > 10 ⁶
2	10 ⁶ > КОП > 10 ⁴
3	10 ⁴ > КОП > 10 ³
4	КОП < 10 ³

В зависимости от класса опасности устанавливают периодичность отчетности и контроля вредных веществ на предприятии. Предприятия первой и второй категории представляют наибольшую опасность для биосферы. В этом случае тома ПДВ разрабатывают по полной программе. Предприятия третьей категории самые многочисленные. Для них тома ПДВ разрабатывают по сокращенной программе. Для предприятий четвертой категории нормативы ПДВ устанавливают на уровне фактических выбросов, а тома ПДВ могут не составляться.

Предприятия обязаны вести первичный учет видов и количества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, в соответствии с «Правилами охраны атмосферного воздуха».

Для обеспечения экологической безопасности населения, проживающего вблизи экологически опасных предприятий, создают санитарно-защитные зоны (СЗЗ), отделяющие жилые кварталы от предприятий.

Каждое предприятие, образующее источники загрязнений среды, должно иметь СЗЗ, размеры которой с 2003 г. регламентируются СанПиН 2.2.1/2.1.1200-3. С этой целью все предприятия сгруппированы по отраслям в зависимости от выделяемых загрязнений. Имеется несколько таких групп, в каждой из которых выделяют пять классов предприятий по степени их экологической опасности.

В зависимости от класса определяют нормативный размер СЗЗ, который устанавливается с учетом мощности, условий осуществления технологического процесса, характера и количества, выделяемых в атмосферу и окружающую среду ВВ и других факторов в соответствии с санитарной классификацией предприятий. Размеры СЗЗ предприятий в зависимости от класса опасности представлены в табл. 21.

Размеры СЗЗ предприятий в зависимости от класса опасности

Класс предприятия	I	II	III	IV	V
Размер СЗЗ, м	1000	500	300	100	50

Задача. Определить категорию опасности предприятия и размеры СЗЗ

На предприятии имеется 20 источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, наименования которых приведены в табл. 22.

Масса выбросов вредных веществ определяется по последней цифре учебного шифра студента.

Источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Вещество	ПДК м.р, мг/м ³	ПДК с.с, мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³	Класс опас- ности	Выброс, т/г									
					Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)									
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оксид углерода	5,0	3,0		4	0,507	0,396	0,414	0,456	0,545	0,673	0,678	0,298	0,579	0,67
Диоксид азота	0,085	0,04		2	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,0007	0,003	0,002	0,0004
Сернист. ангидрид	0,5	0,05		3	0,35	0,0040	0,0045	0,50	0,56	0,0043	0,06	0,24	0,56	0,67
Бензин	5,0	1,5		4	0,16	0,18	0,24	0,29	0,65	0,17	0,32	0,42	0,31	0,64
Аммиак	0,2	0,04		4	0,265	0,268	0,276	0,025	0,278	0,256	0,289	0,284	0,321	0,034
Трихлорэтилен	4,0	1,0		3	0,557	0,589	0,789	0,765	0,876	0,345	0,562	0,875	0,532	0,365
Ацетон	0,35	0,35		4	0,456	0,034	0,056	0,678	0,654	0,034	0,056	0,098	0,876	0,684
Серная кислота	0,3	0,1		2	0,001	0,007	0,008	0,005	0,004	0,005	0,006	0,005	0,003	0,007
Ортофосфорная кислота			0,02		0,021	0,031	0,043	0,034	0,063	0,434	0,005	0,007	0,923	0,587
Дибугилфталат			0,1		0,367	0,432	0,543	0,546	0,453	0,763	0,435	0,654	0,342	0,543
Марганец и его соединения	0,01	0,15		2	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,002	0,003	0,006	0,002	0,004
Сварочный аэрозоль	0,5	0,15		3	0,23	0,25	0,26	0,32	0,003	0,054	0,034	0,054	0,43	0,043
Взв. вещества	0,5	0,15		3	0,0011	0,0014	0,0032	0,0045	0,0054	0,0054	0,0054	0,0065	0,0032	0,0054
Пыль матерчатая, х/б	0,5	0,15		3	0,949	0,078	0,0875	0,097	0,876	0,567	0,078	0,067	0,879	0,864
Пыль картона	0,5	0,15		3	0,519	0,053	0,078	0,078	0,567	0,987	0,789	0,056	0,098	0,045
Пыль стали			0,04		0,567	0,	0,123	0,345	0,078	0,089	0,890	0,567	0,897	0,987
Пыль древесная			0,1		0,308	0,	0,435	0,567	0,123	0,457	0,345	0,654	0,532	0,298

РАЗДЕЛ 5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Общие сведения

Законом об охране окружающей среды установлена плата за негативное воздействие на окружающую среду, которую вносят организации и физические лица, деятельность которых оказывает негативное воздействие на окружающую среду [8, 11]. Плата за загрязнение окружающей среды и размещение отходов взимается с природопользователей, т. е. с предприятий, учреждений, организаций, российских и иностранных юридических и физических лиц, осуществляющих любые виды деятельности на территории Российской Федерации, связанные с природопользованием.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду (или плата за загрязнение окружающей среды) является формой компенсации ущерба, наносимого загрязнением окружающей природной среде, и перечисляется предприятиями, учреждениями, организациями в бесспорном порядке.

Платежи за загрязнение окружающей среды представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду Российской Федерации [6-11].

Внесение платы за загрязнение не освобождает природопользователей от выполнения мероприятий по охране окружающей природной среды, а также уплаты штрафных санкций за экологические правонарушения и возмещения вреда, причиненного загрязнением окружающей природной среды народному хозяйству, здоровью и имуществу граждан.

Плата за негативное воздействие на окружающую среду взимается с природопользователей, осуществляющих следующие виды воздействия на окружающую природную среду:

- выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников;
- сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;
- размещение отходов.

Норматив платы установлен Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» и Постановлением Правительства РФ 01 июля 2006 г. № 410 «О внесении изменений в приложение № 1 к постановлению Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344».

Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия, утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 28 августа 1992 года №632 (с изм. на 12 февраля 2003 года). Определены три вида платежей за загрязнение окружающей среды:

- в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, объемы размещения отходов;
- в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов);
- за сверхлимитное загрязнение окружающей среды.

При загрязнении окружающей природной среды в результате аварии по вине природопользователя плата взимается как за сверхлимитное загрязнение.

Практическая работа № 10

Плата за негативное воздействие на окружающую среду

Цель работы: расширение знаний об эколого-экономических механизмах охраны окружающей среды (ОС), а также основных принципах платы за загрязнение ОС.

Платежи за загрязнение окружающей среды в размерах, не превышающих установленные природопользователю предельно допустимые нормативы выбросов (сбросов), загрязняющих веществ, объемы размещения отходов.

Плата за выбросы (или сбросы) загрязняющих веществ в размерах, не превышающих установленные природопользователю нормативов выбросов (сбросов), (Π_H) рассчитывается по следующей формуле: [2-5]:

$$\Pi_H = \sum_{i=1}^n C_{Hi} \cdot M_i \cdot K_э \cdot K_{ин} \quad (65)$$

При $M_i \leq M_{Hi}$, где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3 \dots n$);

Π_H – плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в пределах установленных нормативов выбросов (сбросов), руб;

C_{Hi} – норматив платы за выброс (сброс) 1 тонны i -го загрязняющего вещества в пределах установленных нормативов выбросов, руб. (табл. 23);

M_i – фактическая масса выброса i -го загрязняющего вещества (т);

M_{Hi} – допустимый выброс i -го загрязняющего вещества в пределах установленного норматива (т);

$K_э$ – коэффициент учитывающий экологический фактор состояния атмосферного воздуха в данном регионе (табл. 23). Данный коэффициент применяется с дополнительным повышающим коэффициентом ($K_{э\text{ пов}}$), который учитывает особую чувствительность территории расположения предприятия к воздействию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и составляет:

- $K_{э\text{ пов}} = 1,2$ для объектов, находящихся на территории города;
- $K_{э\text{ пов}} = 2$ для предприятий, расположенных на особо охраняемых природных территориях, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, а также для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, зон экологического бедствия;
- $K_{э\text{ пов}} = 2,4$ для объектов, находящихся на территории города, расположенного на особо охраняемых природных территориях;
- $K_{э\text{ пов}} = 1$ во всех остальных случаях.
- $K_{э\text{ вод}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы (состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек (табл. 24, 25);
- $K_{ин}$ – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду, который устанавливается ежегодно законом о бюджете Российской Федерации.

Таблица 23

Базовые нормативы платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников в ценах 2003 г.

Наименование	Норматив платы за выброс 1 т загрязняющих веществ, руб	
	В пределах предельно-допустимых сбросов/выбросов	В пределах установленных лимитов (ВС нормативов сбросов/выбросов)
1	2	3
В атмосферный воздух		
Азота диоксид	52	260
Азота оксид	35	175
Аммиак	52	260
Ангидрид серный (серы трехокись), Ангидрид сернистый (двуокись серы), серная кислота	17,5	87,5
Бенз(а)пирен (3,4-бензпирен)	2 049 801	10 249 005
Бензол	21	105
Взвешенные твердые вещества – прочие нетоксичные органические и неорганические соединения, не содержащие полициклических ароматических	13,7	68,5

углеводородов, токсичных металлов, двуокись кремния		
Водород хлористый (соляная кислота)	11,2	56
Дихлорэтан	4,2	21
Зола углей	7	35
Пыль древесная	13,7	68,5
Пыль извести и гипса	13,7	68,5
Пыль цементных производств	103	515
Соединения ртути (в пересчете на ртуть)	6833	34165
Ртуть металлическая	6833	34165
Сажа	66,5	33,5
Свинец сернистый	1002	5010
Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)	6833	34165
Сероуглерод	410	2050
Сероводород	257	1285
Синтетические моющие средства	205	1025
Стирол	1025	5125
Фенол	683	3415
Тетраэтилсвинец	51245	256225
Толуол	3,7	18,5
Летучие низкомолекулярные углеводороды (пары жидких топлив-бензинов и др.) по углероду	4,2	21
Углерода окись (углерода оксид)	0,6	3
Углерод четыреххлористый	3,7	18,5
Фенол	683	3415
Формальдегид	683	3415
Хлор	68	340
1	2	3
В поверхностные и подземные воды		
Азот аммонийный	458	2290
Азот нитратный	5,7	28,5
Азот нитритный	2862	14310
Алкил сульфаты-СПАВ	552	2760
Аммиак (по азоту)	5510	27550
Бензол	552	2760
Взвешенные вещества (к фону)	366	1830
Железо (Fe) все растворимые в воде формы	228	11475
Кадмий	55096	275480
Кобальт (Co ²⁺)	27548	137740
Марганец (двухвалентный ион)	27548	137740
Медь (Cu ²⁺)	275481	1377405
Метанол	381540	1907700

Мочевина	3,7	18,5
Натрий (Na ⁺)	2,5	12,5
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	5510	27550
Никель (катион)	27548	137740
Стирол	2755	110875
Сероуглерод	276	1380
Сульфат-анион (сульфаты)	2,3	11,5
Тетраэтилсвинец	27548091	137740455
Толуол	552	2760
Фенолы	275481	1377405
Формальдегид	2755	13775
Хром трехвалентный	3270	16350
Хром шестивалентный	11446	57230
Цинк (ион двухвалентный)	27548	137740
Цианиды	5510	27550

Таблица 24

Коэффициенты, учитывающие экологические факторы
(состояние атмосферного воздуха и почвы),
по территориям экономических районов Российской Федерации

Экономические районы Российской Федерации	Значение коэффициента	
	для атмосферного воздуха*	для почвы**
Северный	1,4	1,4
Северо-западный	1,5	1,3
Центральный	1,9	1,6
Волго-вятский	1,1	1,6
Центрально-чернозёмный	1,5	2,0
Поволжский	1,9	1,9
Северо-кавказский	1,6	1,9
Уральский	2,0	1,7
Западно-Сибирский	1,2	1,2
Восточно-Сибирский	1,4	1,1
Дальневосточный	1,0	1,1

* Применяется с дополнительным коэффициентом 1,2 при выбросе загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов.

** Применяется при определении платы за размещение отходов производства и потребления.

Коэффициенты, учитывающие экологические факторы
(состояние водных объектов), по бассейнам морей и рек

Бассейны морей и рек	Значение коэффициента	Бассейны морей и рек	Значение коэффициента
Республика Башкортостан	1,12	Астраханская область	1,31
Республика Марий Эл	1,11	Волгоградская область	1,32
Республика Мордовия	1,11	Нижегородская область	1,14
Республика Татарстан	1,35	Самарская область	1,36
Удмуртская Республика	1,1	Ульяновская область	1,31

Платежи за загрязнение окружающей среды в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов) и за сверхлимитное загрязнение окружающей среды

Плата за выбросы загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов рассчитывается по следующей формуле [4]:

$$P_{\text{л}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{ли}} \cdot (M_i \cdot M_{\text{ни}}) \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{инф}} \quad (66)$$

При $M_{\text{ни}} <$ или $= M_{\text{ли}}$, где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3 \dots n$);

$P_{\text{л}}$ – плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в пределах установленных нормативов выбросов (руб.);

$C_{\text{ли}}$ – норматив платы за выброс 1 тонны i -го загрязняющего вещества (табл. 23) в пределах установленных лимитов выбросов (руб.);

M_i – фактическая масса выброса i -го загрязняющего вещества (т);

$M_{\text{ни}}$ – допустимый выброс (сброс) i -го загрязняющего вещества в пределах установленного норматива (т);

$M_{\text{ли}}$ – выброс (сброс) i -го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита (т);

$K_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы (табл. 24);

$K_{\text{инф}}$ – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду.

*Плата за сверхлимитный выброс (сброс)
загрязняющих веществ*

Плата за сверхлимитный выброс (сброс) загрязняющих веществ определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязняющих веществ и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент.

$$P_{\text{сл}} = 5 \sum_{i=1}^n C_{\text{ли}i} \cdot (M_i - M_{\text{ли}i}) \cdot K_{\text{э}} \cdot K_{\text{инф}} \quad (67)$$

При $M_i > M_{\text{ли}i}$, где i – вид загрязняющего вещества ($i = 1, 2, 3 \dots n$);

где $P_{\text{сл}}$ – плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ (руб.).

Общая плата за загрязнение атмосферного воздуха от стационарных источников определяется по формуле:

$$P_{\text{общ}} = P_{\text{н}} + P_{\text{л}} + P_{\text{сл}} \quad (68)$$

Порядок расчета платы за размещение отходов

Плата за размещение отходов взимается с индивидуальных предпринимателей и юридических лиц. Плата за размещение отходов подразделяется на:

- плату в пределах установленных лимитов размещения отходов;
- плату за сверхлимитные объемы размещения отходов (то есть за неиспользуемые отходы, образующиеся сверх нормативов отходов, установленных нормами расхода сырья и материалов на производство продукции, объемы образования некондиционной продукции, не предусмотренные технологическими регламентами и нормативами, а также объемы размещения отходов без оформленного в установленном порядке разрешения).

Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления установлены Постановлением Правительства РФ от 12 июня 2003 года №344 (табл. 26).

Нормативы платы за размещение отходов

Виды отходов	Норматив платы за размещение 1 единицы измерения отходов в пределах установленных лимитов, руб./т*
	В пределах установленных лимитов
Опасные отходы:	1739,2
I класс опасности – чрезвычайно опасные	
II класс опасности – высокоопасные	745,4
III класс опасности – умеренно опасные	497
IV класс опасности – малотоксичные	248,4
V класс – неопасные отходы:	
добывающей промышленности	0,4
перерабатывающей промышленности	15
прочие	8

Нормативы платы за сверхлимитное размещение отходов определяются путем умножения соответствующих нормативов платы за размещение 1 тонны отходов в пределах установленных лимитов размещения отходов на пятикратный повышающий коэффициент.

Класс токсичности отходов определяется в соответствии с Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды, утвержденными Приказом МПР России от 15.06.2001 №511.

Размер платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов определяется путем умножения соответствующих ставок платы с учетом класса опасности размещаемого отхода на его массу и суммирования полученных произведений.

$$P_{л\ отх} = \sum_{i=1}^n C_{ли\ отх} \cdot M_{i\ отх} \cdot K_{э} \cdot K_{ин} \cdot K_{мр} \quad (69)$$

При $M_{i\ отх} \leq M_{ли\ отх}$, где i – вид отхода ($i = 1, 2, 3...n$);

$P_{л\ отх}$ – плата за размещение i -го отхода в пределах установленных лимитов (руб.);

$C_{ли\ отх}$ – норматив платы за размещение 1 единицы измерения отходов (табл. 26) в пределах установленных лимитов размещения отходов (руб.);

$M_{i\ отх}$ – фактическое размещение i -го отхода;

$M_{i\ отх}$ – годовой лимит на размещение i -го отхода;

$K_э$ – коэффициент учитывающий экологический фактор состояния почв в данном регионе. Для особо охраняемых природных территорий, в том числе лечебно-оздоровительных местностей и курортов, а также для районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, Байкальской природной территории и зон экологического бедствия применяется дополнительный коэффициент, равный 2;

$K_{мр}$ – коэффициент, учитывающий месторазмещение отходов и равный – 0,3 при размещении отходов на специализированных полигонах и промышленных площадках, оборудованных в соответствии с установленными требованиями и расположенных в пределах промышленной зоны источника негативного воздействия;

– 0 при размещении в соответствии с установленными требованиями отходов, подлежащих временному накоплению и фактически использованных (утилизированных) в течение 1 года с момента размещения в собственном производстве в соответствии с технологическим регламентом или переданных для использования в течение отчетного периода либо 1 года с момента образования отходов;

$K_{ин}$ – коэффициент индексации платы за негативное воздействие на окружающую среду. Устанавливается ежегодно законом о бюджете Российской Федерации.

Размер платы за сверхлимитное размещение отходов определяется путем умножения соответствующих ставок платы за размещение отходов в пределах установленных лимитов на величину превышения фактической массы размещаемых отходов над установленными лимитами и умножения этих сумм на пятикратный повышающий коэффициент и суммирования полученных произведений по видам размещения отходов.

$$П_{сл\ отх} = 5 \sum_{i=1}^n C_{ли\ отх} \cdot (M_{i\ отх} - M_{ли\ отх}) \cdot K_э \cdot K_{ин} \cdot K_{мр} \quad (70)$$

При $M_{i\ отх} > M_{ли\ отх}$, где i – вид отхода ($i = 1, 2, 3...n$);

При отсутствии разрешения на выбросы, разрешения на сбросы применяется повышающий коэффициент 25. При отсутствии утвержденных лимитов на размещение отходов применяется повышающий коэффициент 5.

Общая плата за размещение отходов определяется по формуле:

$$П_{отх} = П_{л\ отх} + П_{сл\ отх} \quad (71)$$

Задание к практической работе № 10

Задача 1. Рассчитать плату за выбросы загрязняющих веществ на ОАО «ДААЗ» за II квартал 2015 г., если было выброшено в атмосферу от стационарных источников:

- а) 0,21 т диоксида азота (ПДВ – 0,25 т/кв.);
- б) 0,03 т хлора (ПДВ – 0,055 т/кв.).

Задача 2. Рассчитать плату за сбросы загрязняющих веществ на ТЭК за III квартал 2015 г., если было сброшено в водные объекты от стационарных источников:

- а) 1,76 т взвешенных веществ (ПДС – 2 т/кв.);
- б) 0,00022 т меди (II) (ПДС – 0,00024 т/кв.).

Задача 3. Рассчитать плату за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на ОАО «УАЗ» за III квартал 2014 г., если было выброшено:

- а) 0,04 т двуокиси азота (ПДВ – 0,0325 т/кв.);
- б) 0,8 т серного ангидрида (ПДВ – 0,7 т/кв.; ВСВ – 0,95 т/кв.).

Задача 4. Рассчитать плату за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу на ОАО «УАЗ» за II квартал 2015 г., если было выброшено:

- а) 0,025 т аммиака (ПДВ – 0,0225 т/кв.);
- б) 0,8 т сернистого ангидрида (ПДВ – 0,7 т/кв.; ВСВ – 0,85 т/кв.).

Задача 5. В результате производства строительных материалов в атмосферу г. Екатеринбурга выброшено за год следующее количество загрязняющих веществ: сероводорода – 85 т (ПДВ составляет 105 т); сажи 450 т (ПДВ составляет 420 т, ВСВ составляет 440 т). Определите сумму платы за загрязнение атмосферного воздуха в пределах ПДВ, ВСВ и общую плату за загрязнение.

Задача 6. Рассчитать плату за сбросы загрязняющих веществ на ОАО «УАЗ» за III квартал 2053 г., если было сброшено в водные объекты 1,35 т СПАВ (ПДС – 0,9 т/кв.; ВСС – 1,3 т/кв.).

Задача 7. Рассчитать сумму платы за размещение 0,65 т ртутных ламп (I класс) в пределах установленных лимитов при их размещении на специализированной промышленной площадке, оборудованной в соответствии с установленными требованиями и расположенной в пределах промышленной зоны предприятия ТЭК.

Задача 8. Рассчитать сумму платы за размещение 1,25 т отходов лакокрасочных материалов (III класс), при установленном лимите 1,0 т, при их размещении на специализированной промышленной площадке, оборудованной в соответствии с установленными требованиями и расположенной в пределах промышленной зоны предприятия.

Задача 9. Рассчитать сумму платы за размещение 4,54 т отработанных пневматических шин (IV класс) в пределах установленных лимитов, переданных для использования специализированной лицензированной организации в течение отчетного периода.

Задача 10. Metallургический комбинат на Урале в течение года выбросил в атмосферу следующее количество загрязняющих веществ: двуокиси азота – 150 т (ПДВ составляет 120 т; ВСВ – 140 т); фенола – 1,2 т (ПДВ составляет 1,6 т). Определите сумму платы за загрязнение атмосферного воздуха в пределах ПДВ, ВСВ и общую плату за загрязнение.

Задача 11. Литейный цех машиностроительного завода в Поволжье в течение года выбросил в атмосферу следующее количество загрязняющих веществ: дихлорэтана – 180 т (ПДВ составляет 100 т, ВСВ составляет 150 т); оксида углерода – 200 т (ПДВ составляет 140 т); сернистого газа – 130 т (ПДВ составляет 150 т). Определите сумму платы за загрязнение атмосферного воздуха в пределах ПДВ, ВСВ и общую плату за загрязнение.

Задача 12. В результате работы ТЭС в атмосферу г. Казани выброшено за год следующее количество загрязняющих веществ: диоксида серы – 68 т (ПДВ составляет 80 т); сажи – 360 т (ПДВ составляет 280 т, ВСВ составляет 320 т). Определите сумму платы за загрязнение атмосферного воздуха в пределах ПДВ, ВСВ и общую плату за загрязнение.

Задача 13. Машиностроительный завод города Казани в течение года сбросил в реку следующее количество загрязняющих веществ: нефти и нефтепродуктов – 68 т (ПДС составляет 60 т), хрома трехвалентного – 2,3 т (ПДС составляет 1,5 т, ВСС – 2 т). Определите сумму платы за сброс загрязняющих веществ в реку Волгу в пределах ПДС, ВСС, за сверхлимитный сброс и общую плату за загрязнение.

Задача 14. Рассчитать плату для ОАО «Утес» за III квартал 2013 г. за размещение отходов, если было складировано:

а) 3,2 т шлама (отход 2 класса опасности, квартальный лимит размещения 2,5 т);

б) 0,9 т отработанных люминесцентных ламп (отход 1 класса опасности, квартальный лимит размещения 1,5 т). Отходы размещены на полигоне, находящемся на балансе предприятия.

Задача 15. Рассчитать сумму платы за размещение:

а) 0,52 т ртутных ламп в пределах установленных лимитов (отход 1 класса опасности);

б) 1,5 т отходов лакокрасочных материалов, при установленном лимите 1,2 т (отход 3 класса опасности), при их размещении на специализированной

промышленной площадке, оборудованной в соответствии с установленными требованиями и расположенной в пределах промышленной зоны предприятия.

Задача 16. На предприятии Уральского экономического района образуются отходы II класса 650 т/год (ЛРО – 720 т/год) и 1680 т/год отходов IV класса опасности (ЛРО – 1400 т/год). Отходы размещаются на полигонах, находящихся в муниципальной собственности. Определите сумму платы, которую должно заплатить предприятие.

Задача 17. Коммунально-бытовой службой одного из городов Поволжского региона в течение года было размещено на городском полигоне для свалки отходов следующее их количество:

- II класса токсичности – 650 т (годовой лимит 600 т);
- IV класса токсичности – 2 500 т (годовой лимит 2 000 т).

Определите сумму платы, которую должна заплатить коммунально-бытовая служба города в пределах установленного лимита, за сверхлимитное размещение отходов и общую сумму платы.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

В результате выброса пыли из заводской трубы образовалось аэрозольное облако, которое через 8 суток с дождями попало на землю. Какой путь пройдет облако, если ветер дул со скоростью 2, 5, 10, 15 м/с.

Оцените экономические последствия от разлива нефти в результате аварии танкера, если из пробоины вытекло 10, 20, 30 и 40 тыс. тонн нефти:

а) рассчитайте площадь морской поверхности, покрытой нефтью;

б) определите количество морской воды, лишенной кислорода, если 1000 тонн нефти покрывает площадь в 20 км^2 ; если 1 кг нефти закрывает доступ кислорода в 40 м^3 морской воды.

Определите, во сколько раз меньше червей живет на 5 сотках на глинистых и кислых почвах по сравнению с супесчаными и суглинистыми почвами, если в суглинистых и супесчаных почвах численность червей обычно составляет 450 особей на 1 м^2 , в глинистых почвах – 255 особей, а в кислых почвах – 25 особей на 1 м^2 .

Ученые полагают, что если не предпринять срочных мер по нормализации экологической обстановки, то на Земле в результате деятельности человека к 2030 году исчезнет 20000 видов особей в год. Сколько видов будет исчезать каждый час?

Рассчитайте необходимое количество навозно-лигнинного компоста для снижения радиоактивности растений, исходя из нормы внесения компоста под пропашные культуры 70 т/га. Расчеты выполните для 3, 7, 15 суток.

Рассчитайте время (t), которое требуется для снятия слоя плодородной почвы (V) и перемещения ее в отвал при вскрытии месторождения железной руды. Площадь карьера (S) – 1000 м^2 . Толщина слоя плодородной почвы (h) – 20 см. Почва вывозится самосвалом с объемом кузова (V) – 8 м^3 . На 1 рейс (t_1) самосвал тратит: 15 мин., 30 мин., 1 час.

Какое минимальное количество деревьев необходимо посадить, чтобы обезвредить промышленные выбросы углекислого газа в атмосферу? За одни сутки выбрасывается 3, 12, 24, 48 тонн ядовитой окиси углерода (угарного газа), а 1 дерево перерабатывает за одни сутки 2,5 кг ядовитой окиси углерода.

Ртутный термометр разбился, и его бросили в пруд. В нем содержится примерно 20 г ртути. В воде растворилось 5 % ртути в виде образовавшихся солей. Найдите концентрацию ртути (K), если размеры пруда (длина, ширина и глубина): $20 \times 20 \times 1 \text{ м}$, и $30 \times 5 \times 1,5 \text{ м}$. Сравните полученную концентрацию ртути с ПДК.

Примечание: $K=m/V$, $P=K/ПДК$, ПДК ртути – 0,01 г/м³,

где m – масса растворившейся ртути;

V – объем пруда.

Водитель в гараже с закрытыми воротами решил проверить работу двигателя. Через сколько времени после включения двигателя концентрация угарного газа в гараже станет равной ПДК? Через сколько времени концентрация станет 210 мг/м³. Размеры гаража 3×5×2м, 3×6×3м.

Примечание: $t=m/QCO$, $m=K*V$,

где t – время;

m – масса угарного газа в гараже;

QCO – скорость заполнения гаража угарным газом (30 г в мин);

K – ПДК (3 мг/м³);

V – объем гаража.

Известно, что зеленые насаждения уменьшают количество пыли в воздухе. Над 40 км² леса в воздухе находится около 50 т. пыли, а над такой же поверхностью безлесного пространства в 12 раз больше. Сколько тонн пыли находится на 40 км² безлесного пространства?

Сколько кубических метров воздуха очищает лес площадью 50 га за 10 лет, если известно, что 1 га лесного массива за год очищает от пыли и углекислого газа 18 млн. м³ воздуха?

В 1 м³ городского воздуха содержится около 5000 микробов. Сколько микробов содержится в 1 м³ лесного массива, если известно, что здесь их содержание меньше в 9-12 раз?

Известно, что 50 м² зеленого леса поглощают за 1 час углекислого газа столько же, сколько его выделяет при дыхании за 1 час один человек, т.е. 40 г. Сколько углекислого газа поглощает 1 га зеленого леса в час? Сколько человек могут выдыхать этот углекислый газ за тот же час?

1 га лиственных деревьев задерживает за год 250 т пыли, а хвойных – на 85% меньше. Сколько пыли задерживает за год гектар хвойных деревьев?

1 га двадцатилетнего сосняка поглощает в год 9 т углекислого газа, а 60 летнего – на 44% больше; 80-летнего же на 15% меньше, чем 60-летнего. Сколько углекислого газа поглощает 1 га 80-летнего соснового леса?

Зеленые насаждения уменьшают силу городского шума. Какой силы будет шум от транспорта в жилом доме, если на проезжей части он равен 90 децибелам, а дорогу к этому дому огораживает полоса хвойных насаждений, снижая шум на 25%?

Подсчитайте, сколько дней бактерии могут сохранять свою жизнь в виде спор, если известно, что споры холеры выдерживают неблагоприятные условия

2 дня, чумы – в 4 раза дольше, тифа – в 30 раз дольше, туберкулеза – в 150, а сибирской язвы – в 1826 раз.

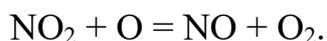
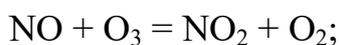
Подсчитайте, сколько бактерий содержится в 1 м^3 воздуха, если известно, что в морском воздухе содержится всего 1, в городском воздухе – в 400 раз больше; на улице города – в 12 раз больше, чем в парке; в непроветриваемой комнате – в 56 раз больше, чем на улице города; на скотном дворе – в 7 раз больше, чем в непроветриваемой комнате. Сколько бактерий содержится в 1 м^3 воздуха непроветриваемой комнаты?

По норме на каждого ученика в классе должно приходиться не менее $4,4 \text{ м}^3$ воздуха. Сколько (по норме) учащихся можно разместить в классной комнате, длина и ширина которой вместе составляют 14,4 м, причем ширина в 1,4 раза меньше длины, а высота в 1,5 раза меньше ширины?

По нормам ВОЗ предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов для человека в сутки – 3,05 мг/кг. Подсчитайте, сколько мг нитратов является нормой для вашего организма.

По оценкам специалистов безвозвратное водопотребление составляет около 1% устойчивого стока пресных вод. Сколько воды безвозвратно теряется каждый год, если годовой сток пресных вод составляет около 15 тыс. км^3 ?

Космический корабль выбрасывает в атмосферу 7 тонн оксидов азота. 1 молекула оксида азота уничтожает 10 молекул озона. Взаимодействие идет по реакциям:



Рассчитайте, сколько тонн озона уничтожит такой выброс оксидов азота, если в реакциях участвуют все выброшенное кораблем вещество.

При анализе на содержание аэрозоля серной кислоты в атмосферном воздухе были получены следующие данные: скорость аспирации воздуха 6 л/мин, время аспирации – 15 минут, содержание серной кислоты в пробе 40 мкг. Условия отбора проб: фильтры АФАХА, электроаспиратор, температура – 20°C , давление 769 мм рт. ст. Определить концентрацию аэрозоля серной кислоты в исследуемом воздухе. ПДК тумана серной кислоты – $1 \text{ мг}/\text{м}^3$. Ответ: $0,0285 \text{ мг}/\text{м}^3$.

Для определения разовой концентрации диоксида азота исследуемый воздух со скоростью 0,3 л/мин в течение 35 минут протягивают через поглотительный прибор с пористой пластинкой, содержащей 5 мл поглотительного раствора (реактив Грисса-Илосвая). Результаты анализа показали, что в пробе содержание диоксида азота составило 1,5 мкг. Рассчитать разовую концентрацию диоксида азота в исследуемом воздухе, если отбор пробы проводился при 15°C и давлении 100 Кпа. Ответ: $0,152 \text{ мг}/\text{м}^3$.

При анализе воздуха на содержание озона использовалась реакция взаимодействия его с ионами двухвалентного железа в кислой среде. Исследуемый воздух аспирировался в течение 40 минут со скоростью 0,5 л/час. Эквивалентное содержание озона в пробе составило 2,82 мкг. Рассчитать концентрацию озона в исследуемом воздухе, если отбор пробы проводился при 18 °С и давлении 105,6 Кпа. Ответ: 8,81 мг/м³.

Определение оксида углерода в атмосферном воздухе основано на восстановлении оксидом углерода аммиачных растворов оксида серебра и последующем колориметрическом определении окрашенных растворов. При анализе пробы воздуха получены следующие данные: содержание СО составило 0,75 мг; скорость отбора пробы – 0,5 л/мин; время аспирации – 12 минут; температура воздуха – 19,5°С; атмосферное давление – 745 мм рт. ст. Рассчитать степень загрязненности воздуха, если ПДК для СО 20 мг/м³. Ответ: 0,13 мг/м³.

Анализ проб воздуха на содержание фтора проводится по реакции с метиловым красным. ПДК фтора в воздухе 0,15 мг/м³. Проба атмосферного воздуха протягивалась через поглотительный прибор со скоростью 10 л/час. Ослабление окраски поглотительного раствора произошло через 5 минут. Содержание фтора в пробе составило 3,8 мкг. Определить степень загрязненности воздуха, если отбор проб проводился при температуре 20°С и давлении 98,5 Кпа. Ответ: 5,06 мг/м³.

Определение тетраэтилсвинца в атмосферном воздухе основано на реакции с дитизоном. ПДК тетраэтилсвинца в воздухе 0,005 мг/м³. Исследуемый воздух со скоростью 3 л/мин в течение 2 часов протягивают через поглотители для кипящего слоя. Содержание свинца в пробе составило 4 мкг. Коэффициент пересчета свинца на тетраэтилсвинец равен 1,56. Определить загрязненность воздуха тетраэтилсвинцом, если отбор проб проводился при температуре 17°С и давлении 766 мм рт. ст. Ответ: 0,018 мг/м³.

При анализе атмосферного воздуха на содержание кадмия, отбор проб проводился при температуре 23°С и давлении 99 Кпа. Исследуемый воздух протягивали со скоростью 10 л/мин в течение 3 минут через укрепленный в патроне перхлорвиниловый фильтр. Анализ основан на способности иодидного комплексного аниона кадмия давать малорастворимые соединения с трифенилтетразолийхлоридом. Концентрация кадмия в пробе составила 7,0 мкг. Определить загрязненность воздуха кадмием, если ПДК кадмия в воздухе составляет 0,1 мг/м³. Ответ: 0,259 мг/м³.

ПДК селена в воздухе составляет 2 мг/м³. Метод основан на реакции селена (IV) с 3,3'-диаминобензидином, экстрагирования образующегося желтого комплекса монопиразоселена и измерении оптической плотности экстракта.

Исследуемый воздух со скоростью 20 л/мин в течение 25 минут протягивают с помощью автомобильного аспиратора через укрепленный в патроне фильтр АФА-В-18. Содержание селена, определенное по градуировочному графику, составило 1,7 мкг. Рассчитать концентрацию селена в исследуемом воздухе, если отбор проб проводился при температуре 20,5 °С и давлении 753 мм рт.ст. Ответ: 0,0037 мг/м³.

На нефтеперерабатывающем заводе произошел аварийный сброс нефтепродуктов в количестве 500 кг в ближайшее озеро. Выживут ли рыбы, обитающие в озере, если известно, что примерная масса воды в озере 10000 т., а токсическая концентрация нефтепродуктов для рыб составляет 0,05 мг/л. Ответ: $c = 50$ мг/л, что в 1000 раз превышает ПДК.

По имеющимся данным при жарке 1 кг мяса в воздух попадает 190×10^{-6} мг/м³ бенз(а)пирена, 100 г полукопченой колбасы содержит от 120 до 450×10^{-6} мг/м³, окорока – до 3000×10^{-6} мг/м³, а с одной сигаретой человек вдыхает до 80×10^{-6} мг/м³. Бенз(а)пирен всегда сопутствует копченым и жареным продуктам. Оцените объем кухни в Вашем доме. Какая концентрация бенз(а)пирена может быть на кухне при жарке 1 кг мяса? Какие меры следует предпринять, чтобы уменьшить концентрацию? Какие виды кулинарной обработки продуктов более предпочтительны во избежание канцерогенной опасности?

Сопоставьте ориентировочно канцерогенную опасность, связанную с поступлением бенз(а)пирена в организм при питании, курении и пребывании на перекрестке с интенсивным движением.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов. – М., 1986.
2. ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. – М., 1982.
3. ГОСТ 26951-86. Почвы. Методы анализа. – М., 1994.
4. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнение окружающей природной среды. Утв. Минприроды РФ 26 января 1993 г. (с изменениями от 15 февраля 2000 г.)
5. ОНД–86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л. : Гидрометеиздат, 1987.
6. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
7. Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344. О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления.
8. ФЗ «Об охране окружающей среды» от 10.01. 2002 №7-ФЗ.
9. Экология энергетики : учебное пособие (лабораторный практикум) / сост. Е. И. Паршина ; Сыкт. лесн. ин-т. — Сыктывкар : СЛИ, 2012. – 216 с.
10. Экология: Практикум для бакалавров всех профилей / сост. : Е. Н. Калюкова, В. В. Савиных. – Ульяновск : УлГТУ, 2013. – 111 с.
11. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПДК ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

Вещество	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³		Класс опасности
	ПДК _{мр}	ПДК _{сс}	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азота оксид	0,4	0,06	3
Альдегид масляный	0,015	0,015	3
Аммония нитрат (аммиачная селитра)	-	0,3	4
Аммиак	0,2	0,04	4
Ангидрид сернистый (серы диоксид)	0,5	0,05	3
Ангидрид уксусный	0,1	0,03	3
Бенз(а)пирен (3, 4-бензпирен)	-	0,1 мкг/100 м ³	1
Бензин (нефтяной, малосернистый, в пересчете на углерод)	5	1,5	4
Бензин сланцевый (в пересчете на углерод)	0,05	0,05	4
Ванадия (V) оксид	-	0,002	1
Взвешенные вещества	0,5	0,15	3
Железа оксид ¹ (в пересчете на железо)	-	0,04	3
Железа сульфат ¹ (в пересчете на железо)	-	0,007	3
Кадмия оксид (в пересчете на кадмий)	-	0,0003	1
Кислота серная по молекуле H ₂ SO ₄	0,3	0,2	2
Мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий)	-	0,002	2
Марганец и его соединения (в пересчете на диоксид марганца)	0,01	0,001	2
Меди оксид (в пересчете на медь)	-	0,002	2
Натрия сульфат	0,3	0,1	3
Никель металлический	-	0,001	2
Ртуть азотнокислая закисная водная (в пересчете на ртуть)	-	0,0003	1
Ртуть металлическая	-	0,0003	1
Сажа	0,15	0,05	3
Свинец и его соединения, кроме тетраэтилсвинца (в пересчете на свинец)	-	0,0003	1
Свинец сернистый (в пересчете на свинец)	-	0,0017	1
Сероводород	0,008	-	2
Углерода оксид	5	3	4
Углерод четыреххлористый	1	0,7	2
Фенол	0,01	0,003	2
Хлор	0,1	0,03	2
Цинка оксид (в пересчете на цинк)	-	0,05	3
Цинка сульфат	-	0,008	2

Учебное издание

**Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине «Экология»**

Составители:

Красноперова Светлана Анатольевна

Борисова Елена Анатольевна

Авторская редакция

Издательский центр «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Ломоносова, 4Б, каб. 021
Тел.: + 7 (3412) 916-364, E-mail: editorial@udsu.ru