

**БЕЛКООПСОЮЗ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ КООПЕРАЦИИ»**

Кафедра товароведения

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

**Практикум
для реализации содержания образовательных программ
общего высшего образования**

Гомель 2025

УДК 355.244
ББК 68.9
Б 40

Авторы-составители: Н. В. Кузьменкова, канд. техн. наук, доцент;
Л. В. Целикова, канд. экон. наук, доцент;
М. Ф. Бань, канд. техн. наук, доцент

Рецензенты: Е. А. Немченко, начальник торгового отдела
Гомельского филиала Гомельского областного
потребительского общества;
Е. П. Багрянцева, канд. техн. наук, доцент
Белорусского торгово-экономического университета
потребительской кооперации

Рекомендован к изданию научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации». Протокол № 6 от 10 июня 2022 г.

Безопасность жизнедеятельности человека : практикум для реализации содержания образовательных программ общего высшего образования / авт.-сост. : Н. В. Кузьменкова, Л. В. Целикова, М. Ф. Бань. – Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2025. – 100 с.
ISBN 978-985-540-675-5

Издание предназначено для студентов экономических специальностей. В практикуме приведены примерный тематический план практических занятий, общие требования к проведению практических занятий, краткие теоретические сведения, задания практических работ, методические указания по их выполнению, вопросы и задания для самоконтроля.

Практикум позволит закрепить теоретические знания по курсу в области безопасности жизнедеятельности человека.

УДК 355.244
ББК 68.9

ISBN 978-985-540-675-5

© УО «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации», 2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности человека» относится к группе специальных дисциплин, обеспечивающих базовую подготовку специалистов, профессиональная деятельность которых будет направлена на обеспечение безопасных условий жизнедеятельности и минимизацию последствий от воздействия вредных и опасных факторов окружающей среды.

Учебная дисциплина является комплексной и включает три раздела: «Основы экологии и энергосбережения», «Охрана труда» и «Защита населения и объектов от чрезвычайных ситуаций. Радиационная безопасность».

В первом разделе предметом изучения являются антропогенные и природные источники загрязнения атмосферы, воды, земельных и лесных ресурсов, глобальные и региональные экологические проблемы, а также основные виды источников энергии и пути их рационального использования.

Во втором разделе рассматриваются правовые и организационные основы охраны труда, производственная санитария и гигиена труда, основы пожарной и электробезопасности.

В третьем разделе изучаются физические основы радиоактивности, источники радиационной опасности, социально-экономические и экологические последствия для Республики Беларусь чернобыльской катастрофы; обеспечение радиационной безопасности населения, а также чрезвычайные ситуации, характерные для Республики Беларусь, источники их возникновения; государственная система защиты; организация защиты населения, объектов хозяйствования, территорий от чрезвычайных ситуаций.

В практикум включены практические работы по изучаемым темам. Перед выполнением работы студенты должны ознакомиться с теоретическими аспектами темы по материалам лекций и получить у преподавателя краткую консультацию. Результатом работы является представленный письменный отчет с выполненной расчетно-графической частью, оценкой сложившейся обстановки и четко сделанными выводами.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Тема	Количество часов практических занятий
1. Антропогенные и природные источники загрязнения атмосферы	2
2. Особенности загрязнения водной среды и методы очистки сточных вод	2
3. Экологические проблемы использования земельных и лесных ресурсов	4
4. Энергосберегающие системы жизнеобеспечения зданий и сооружений	2
5. Основные разделы охраны труда. Правовые и организационные основы	2
6. Производственная санитария и гигиена труда	
6.1. Исследование параметров микроклимата в производственных помещениях	4
6.2. Определение эффективности работы вентиляционных систем	2
7. Освещение производственных помещений. Производственный шум. Виды излучений и их воздействие на организм человека	4
8. Физическая природа источников радиационной опасности. Воздействие ионизирующих излучений на организм человека	4
9. Основные способы защиты населения и объектов от чрезвычайных ситуаций	
9.1. Определение параметров и оценка обстановки в зоне наводнения	4
9.2. Оценка химической обстановки в зоне заражения аварийными химическими отравляющими веществами	2
10. Защита населения от вредного влияния окружающей среды	2
Всего	34

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Выполнение практических заданий осуществляется в лабораториях кафедры товароведения под руководством преподавателя. В группе назначается дежурный, который принимает аудиторию под роспись, а после окончания занятий он сдает все используемые материалы и инструменты лаборанту. Перед каждым занятием студенты должны изучить соответствующий теоретический материал. После окончания работы студенты приводят в порядок свое рабочее место. Отчеты по выполняемым практическим работам ведутся студентами в отдельной тетради, в начале которой оформляется таблица, заполняемая на каждом занятии.

№ п/п	Дата	Вид и тема работы	Учебное время	Подпись преподавателя

Студенты должны знать методику и технику выполнения практической работы, уметь обосновать полученные результаты. Контроль усвоения – устный опрос или тестирование, контрольная работа с использованием образцов. Письменный отчет о выполненной работе оформляется на занятии и представляется преподавателю для просмотра и защиты в конце занятия. Небрежно или не полностью выполненная работа не засчитывается и выполняется повторно.

КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ, ЗАДАНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ, ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Работа 1. АНТРОПОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Цель работы: ознакомиться с показателями качества окружающей среды, освоить методику расчета показателей загрязнения атмосферы.

Краткие теоретические сведения

Уровень загрязнения окружающей среды оценивают с использованием в качестве критериев нормативов качества, которые установлены для компонентов окружающей среды. В качестве таких нормативов чаще всего выступают предельно допустимые концентрации (ПДК). Наиболее разработаны нормативы качества применительно к атмосферному воздуху и воде.

Нормативы качества атмосферного воздуха – нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе или ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) и уровней вредных физических и иных воздействий на него, установленные в санитарных нормах и правилах.

ПДК – максимальные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, не оказывающие ни прямого, ни косвенного вредного воздействия на организм человека, в том числе отдаленные последствия для настоящего и будущих поколений. Нормативы ПДК разработаны для различных периодов осреднения: 20–30 мин (максимальная разовая ПДК), сутки (среднесуточная), год (среднегодовая).

ОБУВ – временные ориентировочно безопасные концентрации веществ в атмосферном воздухе, установленные расчетным путем на основании известных токсикометрических параметров и физико-химических свойств.

Нормативы качества воды водного объекта – установленные общезначимые, биологические, химические показатели качества и ПДК веществ в воде водного объекта, в пределах которых обеспечиваются условия водопользования в соответствии с видом водного объекта (рыбохозяйственный, хозяйственно-питьевой).

Нормативы ПДК загрязняющих веществ в воде водного объекта – установленные максимальные концентрации загрязняющих веществ в

воде водного объекта определенного вида, выше которых вода непригодна для водопользования.

При отсутствии ПДК на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности устанавливается временный норматив – ориентировочный допустимый уровень (ОДУ) воздействия химического вещества в воде водных объектов.

Так как в атмосферном воздухе, воде водных объектов одновременно присутствуют сразу несколько загрязняющих веществ, то для оценки уровня загрязнения используют комплексные показатели.

Задание 1. Расчет комплексного показателя загрязнения атмосферы (P) и индекса загрязнения атмосферы

Для гигиенической оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких веществ применяют комплексный показатель загрязнения (P). Показатель P учитывает кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере, характер комбинированного действия веществ. Показатель P является условным вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается неизвестным, хотя такое его количественное выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию.

Расчет комплексного показателя P производится по формуле

$$P = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{k_i C_i}{\text{ПДК}_i}}, \quad (1)$$

где P – показатель, который учитывает кратность превышения ПДК;

n – количество загрязняющих веществ;

k_i – коэффициент изoeffективности, зависящий от класса опасности i -го вещества: для 1-го класса – 2,0, для 2-го класса – 1,5, для 3-го класса – 1,0, для 4-го класса – 0,8;

C_i – фактическая среднесуточная (среднегодовая) концентрация i -го вещества, мг/м³;

ПДК_i – среднесуточная (среднегодовая) ПДК i -го вещества, мг/м³.

Показатель P имеет среднесуточную (среднегодовую) временную характеристику.

По значению суммарного показателя P устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины P (таблица 1).

Таблица 1 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя P при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	Более 20
I	До 1,0	До 1,9	До 3,1	До 4,4
II	1,1–2,0	2,0–3,0	3,2–4,0	4,5–5,0
III	2,1–4,0	3,1–6,0	4,1–8,0	5,1–10,0
IV	4,1–8,0	6,1–12,0	8,1–16,0	10,1–20
V	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя P по пяти степеням: I – допустимая, II – слабая, III – умеренная, IV – сильная, V – опасная.

Загрязнение I степени является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II–V степени ожидаемые негативные эффекты возрастают с увеличением степени загрязнения атмосферы.

Степень суммарного загрязнения атмосферного воздуха рядом веществ может оцениваться по индексу загрязнения атмосферы (ИЗА). Расчет ИЗА производится для приоритетных для данной территории загрязняющих веществ по формуле

$$ИЗА = \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{ПДК_i} \right)^{\alpha_i}, \quad (2)$$

где α_i – безразмерный коэффициент, учитывающий опасность i -го вещества, равный 1,5 для веществ 1-го класса опасности, 1,3 – 2-го класса, 1,0 – 3-го класса и с неустановленным классом, 0,85 – 4-го класса.

Уровень загрязнения атмосферы считается низким, если $ИЗА \leq 5$, повышенным – при $5 < ИЗА < 7$, высоким – при $7 \leq ИЗА < 14$, очень высоким – при $ИЗА \geq 14$.

Рассчитайте ИЗА и комплексный показатель P , дайте оценку степени загрязнения атмосферного воздуха населенного пункта. Опреде-

лите вклад (в %) отдельных загрязняющих веществ в *ИЗА*. Данные для расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Средние годовые концентрации основных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов Беларуси, мкг/м³

Вариант	Город	Твердые частицы	Оксид углерода	Диоксид азота	Сероводород	Фенол	Формальдегид	Аммиак	Свинец
		Норматив ПДК, класс опасности							
		150	3 000	100	3,2	7,0	12,0	80	0,3
		3	4	2	2	2	2	4	1
1-й	Бобруйск	21	799	27	–	2,1	8,5	–	0,075
2-й	Брест	23	800	29	–	–	12,4	–	0,054
3-й	Витебск	97	1 042	40	–	1,8	13,5	20	0,064
4-й	Гомель	61	436	20	–	1,5	11,1	18	0,070
5-й	Гродно	53	1 672	33	–	–	5,7	27	0,066
6-й	Жлобин	82	397	10	–	–	4,8	–	0,079
7-й	Минск	19	586	33	–	0,4	7,8	36	0,050
8-й	Могилев	43	972	57	1,1	2,7	7,6	48	0,034
9-й	Мозырь	72	545	18	0,2	–	9,2	–	0,088
10-й	Новогрудок	40	1 271	41	–	–	2,5	–	0,048
11-й	Новополоцк	21	875	37	1,7	0,7	5,5	5	0,028
12-й	Пинск	59	577	18	–	–	11,7	–	0,080
13-й	Полоцк	31	682	43	1,6	0,7	6,6	25	0,026
14-й	Речица	175	665	33	–	2,1	8,5	21	0,080
15-й	Светлогорск	36	829	46	–	–	6,7	–	0,069

Задание 2. Расчет эффекта суммации вредных веществ, загрязняющих атмосферу

В атмосфере чаще всего присутствует не одно, а несколько вредных веществ (химических соединений), которые вступают в реакцию друг с другом и образуют новое, иногда еще более вредное вещество. Это явление ученые назвали эффектом суммации – одновременное

сходное воздействие на организм человека нескольких вредных веществ, суммарная концентрация которых в воздухе может превышать допустимую, установленную для каждого вещества в отдельности. При совместном присутствии в воздухе нескольких веществ со своими значениями $ПДК_i$ с концентрацией C_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) их суммарная концентрация должна удовлетворять следующему условию:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i} \leq 1. \quad (3)$$

В настоящее время установлены следующие группы химических соединений, обладающих эффектом суммации: диоксид азота и оксид углерода; диоксид серы и диоксид азота; оксид углерода, диоксид серы и диоксид азота; аммиак и оксид азота; фенол и диоксид азота; формальдегид и диоксид азота; фенол и диоксид серы; диоксид серы и сероводород.

Рассчитайте эффект суммации трех химических веществ, используя формулу 3 и данные таблицы 3. Сделайте выводы о состоянии воздушного бассейна в населенном пункте (промышленном городе). Сформулируйте мероприятия по снижению вредных выбросов и очистке воздуха в городе.

Таблица 3 – Данные для расчета эффекта суммации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Химическое вещество	ПДК суточная, мг/м ³	Фактическая концентрация (С), мг/м ³	Вещества, обладающие эффектом суммации																	
			Вариант																	
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й								
Аммиак	0,04	0,01	+	+	+															
Ацетон	0,35	0,25				+	+													
Гексан	60	50								+	+									
Диоксид азота	0,04	0,03				+				+		+								
Диоксид серы	0,05	0,02		+	+						+	+								+
Озон	0,03	0,025																		+
Оксид азота	0,06	0,02		+									+	+						
Оксид углерода	3	1,5								+	+									+
Сероводород	0,008	0,002	+																	

Окончание таблицы 3

Химическое вещество	ПДК суточная, мг/м ³	Фактическая концентрация (С), мг/м ³	Вещества, обладающие эффектом суммации												
			Вариант												
			1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й			
Фенол	0,0030	0,0015				+									+
Формальдегид	0,003	0,001	+				+							+	
Фурфурол	0,05	0,02				+	+								

Вопросы для самоконтроля

1. Какие показатели характеризуют качество атмосферного воздуха?
2. Какие выделяют уровни загрязнения атмосферного воздуха?
3. Что такое ПДК?
4. От чего зависит коэффициент изоэффективности веществ?
5. Что влияет на степень загрязнения воздуха?
6. Что такое эффект суммации?
7. Какие факторы влияют на значение величины комплексного показателя загрязнения атмосферы?
8. Какие группы химических соединений вызывают эффект суммации?

Работа 2. ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Цель работы: ознакомиться с показателями качества воды; освоить методику расчета показателей загрязненности вод.

Краткие теоретические сведения

В воде водных объектов одновременно присутствуют сразу несколько загрязняющих веществ, поэтому для оценки уровня загрязнения используют комплексные показатели.

Важной характеристикой качества вод водного объекта является индекс загрязненности вод (ИЗВ). Расчет ИЗВ производится по среднегодовым концентрациям ингредиентов, вносящих наибольший вклад в загрязнение рассматриваемого водного объекта. *ИЗВ* рассчитывается по формуле

$$ИЗВ = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{ПДК_i}}{n}, \quad (4)$$

где n – количество показателей, участвующих в расчете;

$ПДК_i$ – ПДК i -го вещества для вод водного объекта конкретного вида водопользования (рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового), мг/л.

В Республике Беларусь при расчете ИЗВ обычно учитываются шесть показателей качества воды, чаще всего следующие: содержание растворенного кислорода, легкоокисляемых органических веществ (по биохимическому потреблению кислорода за 5 суток), азота аммонийного, азота нитритного, фосфора, фосфатов и нефтепродуктов.

По данным таблицы 4 в зависимости от величины ИЗВ определяют характеристику и класс качества воды.

Таблица 4 – **Характеристика и класс качества воды в зависимости от величины ИЗВ**

Величина ИЗВ	Характеристика качества	Класс качества воды
Менее или равно 0,3	Чистая	I
Более 0,3–1,0	Относительно чистая	II
Более 1,0–2,5	Умеренно загрязненная	III
Более 2,5–4,0	Загрязненная	IV
Более 4,0–6,0	Грязная	V
Более 6,0–10,0	Очень грязная	VI
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	VII

Санитарно-гигиенические нормативные показатели качества поверхностных вод

1. *Физические показатели качества:*

- мутность;
- прозрачность;
- температура $t < 2$ и $> 30^{\circ}\text{C}$;

- $pH < 1$ и > 10 (6–8);
- запах, вкус;
- спектры поглощения;
- растворенный кислород > 8 и < 2 мг/л;
- насыщенный кислород > 90 и < 20 ;
- удельная электропроводность < 400 и $> 1\,600$ мкСм/см;
- общее количество растворенного вещества < 20 и > 200 мг/л;
- общая жесткость < 15 и > 50 .

2. Химические показатели качества:

- хлориды < 50 и > 500 мг/л;
- сульфаты < 50 и > 400 мг/л;
- железо, общее количество $< 0,5$ и > 10 мг/л;
- сульфаты, общее количество $< 0,05$ и $> 1,5$ мг/л;
- аммоний $N < 0,1$ и > 5 мг/л;
- нитриты $N < 0,002$ и $> 0,1$ мг/л;
- нитраты $N < 1$ и > 20 мг/л;
- фосфаты $PO_4 < 0,025$ и > 2 мг/л;
- общее количество фосфора $< 0,05$ и > 3 мг/л;
- общие показатели органических веществ:
 - химическая потребность в кислороде (перманганатная) < 5 и > 40 мг/л;
 - бихромат < 15 и > 100 мг/л;
 - биохимическая потребность в кислороде $BPK < 2$ и > 25 мг/л;
 - органический углерод < 3 и > 20 мг/л;
 - экстрагируемые вещества $< 0,2$ и > 5 мг/л;
 - органический азот $< 0,5$ и > 10 мг/л;
- показатели неорганических промышленных загрязняющих веществ:
 - ртуть $< 0,1$ и > 5 мг/л;
 - кадмий < 3 и > 30 мг/л;
 - свинец < 10 и > 200 мг/л;
 - мышьяк < 20 и > 500 мг/л;
 - медь < 20 и > 500 мг/л;
 - хром (3+) < 20 и $> 1\,000$ мг/л;
 - хром (6+) > 100 мг/л;
 - кобальт < 10 и > 500 мг/л;
 - цинк $< 0,2$ и > 10 мг/л;
 - легковоспламеняемые цианиды > 10 мг/л;
 - общее количество цианидов > 20 мг/л;
 - фториды $< 0,2$ и > 3 мг/л;

- сульфаты > 0,2 мг/л;
- свободный хлор > 0,1 мг/л;
- показатели промышленных органических загрязняющих веществ:
- анионоактивные детергенты > 3 мг/л;
- летучие фенолы < 0,02 и > 1 мг/л;
- производные нефти > 1 мг/л.

3. Биологические показатели:

- бактерии сапрофиты (индекс Патле-Бука) < 1 и > 4;
- коли-титр фекального типа 1 > 0,001;
- общая численность микроорганизмов < 5,1 и > 10;
- снижение интенсивности биохимической трансформации > 70%.

Задание 3. Расчет индекса загрязненности вод

Рассчитайте ИЗВ для водного объекта в соответствии с предложенным вариантом исходных данных (таблица 5) по шести показателям, вносящим наибольший вклад в загрязнение воды. Охарактеризуйте качество воды в водном объекте. Сделайте вывод о том, какой вид загрязнения (загрязняющие вещества органической природы – БПК, биогенные – азот и фосфор, тяжелые металлы и т. п.) является преобладающим.

Таблица 5 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в пробах воды, мг/дм³

Вариант	Водный объект	БПК	Азот			Фосфаты	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Никель	Нефтепродукты	Синтетические поверхностно-активные вещества
			аммонийный	нитритный	нитратный								
		Норматив ПДК											
		3,0	0,39	0,024	9,03	0,066	0,1	0,001	0,01	0,01	0,01	0,05	0,1
1-й	Река Западная Березина (населенный пункт Березовцы)	2,2	0,180	0,017	0,68	0,008	0,27	0,002	0,08	0,007	–	0,019	0,02

Продолжение таблицы 5

Вариант	Водный объект	БПК	Азот			Фосфаты	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Никель	Нефтепродукты	Синтетические поверхностно-активные вещества
			аммонийный	нитритный	нитратный								
		Норматив ПДК											
		3,0	0,39	0,024	9,03	0,066	0,1	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
2-й	Река Илия (населенный пункт Илия)	1,8	0,534	0,025	0,97	0,022	0,72	0,003	0,09	0,012	0,001	0,024	0,03
3-й	Река Неман (населенный пункт Николаевщина)	1,4	0,336	0,018	1,41	0,021	0,33	0,005	0,07	0,014	0,001	0,014	0,02
4-й	Река Сула (населенный пункт Новоселье)	1,3	0,240	0,015	0,99	0,017	0,33	0,004	0,05	0,014	0,001	0,015	0,03
5-й	Река Неман (фооновые участки)	1,7	0,323	0,019	1,02	0,017	0,41	0,004	0,07	0,012	0,001	0,018	0,02
6-й	Река Днепр	2,73	0,62	0,032	1,08	0,112	0,35	0,005	0,06	0,013	0,002	0,041	0,039
7-й	Река Усвяча (населенный пункт Новоселки)	1,84	0,32	0,004	0,19	0,051	0,73	0,002	0,06	0,014	–	0,016	0,005

Продолжение таблицы 5

Вариант	Водный объект	БПК	Азот			Фосфаты	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Никель	Нефтепродукты	Синтетические поверхностно-активные вещества
			аммонийный	нитритный	нитратный								
		Норматив ПДК											
		3,0	0,39	0,024	9,03	0,066	0,1	0,001	0,01	0,01	0,01	0,05	0,1
8-й	Река Ушача (населенный пункт Городец)	1,67	0,36	0,10	0,28	0,009	0,31	0,005	0,06	0,012	0,011	0,029	0,011
9-й	Река Нища (населенный пункт Юхновичи)	1,78	0,47	0,13	0,11	0,006	0,52	0,005	0,06	0,014	0,007	0,030	0,008
10-й	Река Друйка (населенный пункт Луни)	1,71	0,27	0,010	0,30	0,033	0,04	0,002	0,03	0,013	–	0,015	0,018
11-й	Река Западная Двина (фоновые участки)	1,76	0,35	0,080	0,21	0,029	0,45	0,004	0,05	0,013	0,004	0,021	0,010
12-й	Озеро Нарочь	1,52	0,13	0,005	0,11	0,008	–	–	–	0,008	–	0,018	–
13-й	Водохранилище Вилейское	2,85	0,33	0,006	0,32	0,017	–	–	–	0,012	0,003	0,032	–

Окончание таблицы 5

Вариант	Водный объект	БПК	Азот			Фосфаты	Железо общее	Медь	Марганец	Цинк	Никель	Нефтепродукты	Синтетические поверхностно-активные вещества
			аммонийный	нитритный	нитратный								
		Норматив ПДК											
		3,0	0,39	0,024	9,03	0,066	0,1	0,001	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05
14-й	Водохранилище Зельвинское	3,80	0,16	0,010	0,54	0,022	–	–	–	0,014	0,001	0,021	–
15-й	Озеро Свирь	2,08	0,19	0,006	0,15	0,006	–	–	–	0,006	–	0,022	–

Задание 4. Изучение показателей качества воды

Изучите по кратким теоретическим сведениям санитарно-гигиенические нормативные показатели качества поверхностных вод. Результаты представьте в произвольной форме.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие показатели характеризуют качество поверхностных вод?
2. Как рассчитывается ИЗВ?
3. Какими веществами могут быть загрязнены поверхностные воды?
4. Какие выделяют классы качества воды?
5. Какие загрязнители относятся к биогенным?

Работа 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Цель работы: изучить экологическое состояние, проблемы лесов и пути их решения; научиться делать оценку лесных ресурсов.

Краткие теоретические сведения

Наиболее важной частью растительного мира является лес. Его общая площадь на Земле составляет 38 млн км². Лес занимает около 7% поверхности Земли, но вырабатывает 50% кислорода, получаемого атмосферой от растительного мира. Одно дерево выделяет за сутки столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трех человек. Кроме того, деревья осаждают частицы пыли из атмосферы. Характеристиками леса, как ресурса, являются площадь, количество древесины, продуктивность. Особенность леса – его способность к самовосстановлению после пожаров, механических и химических воздействий.

Леса – национальное богатство Беларуси, один из основных природных ресурсов страны, важнейший средообразующий компонент биосферы. Леса Беларуси относятся в основном к хвойным и широколиственно-хвойным.

Многообразие функций лесов отражено в их распределении на группы и категории защитности. К 1-й группе относятся леса особо охраняемых природных территорий (заповедников, национальных парков, заказников), а также леса водоохранного, защитного, санитарно-гигиенического и оздоровительного назначения. Остальные леса, предназначенные преимущественно для выращивания и промышленной заготовки древесины, относятся ко 2-й группе.

В составе обеих групп лесов выделяются особо защитные участки с ограниченным лесопользованием, на долю которых приходится около 10% покрытых лесом земель. К особо защитным участкам относятся опушки леса по границам с безлесными пространствами, берегозащитные полосы, полосы вдоль рек, заселенных бобрами, стометровые полосы вдоль шоссе и железных дорог, места обитания редких птиц, зверей, произрастания редких растений и др.

Задание 5. Изучение экологического состояния, проблем лесов и путей их решения

Подготовьте к занятию презентации или видеоролики по предложенным темам, заслушайте и обсудите их.

Темы презентаций

1. Понятие и классификация лесных ресурсов, их эколого-экономическое значение.
2. Функции лесных ресурсов, лесное хозяйство Республики Беларусь.
3. Биологическое разнообразие в Республике Беларусь.
4. Состояние лесов в промышленных центрах.
5. Экологические проблемы лесов и пути их решения.

Задание 6. Решение задач

Задача 1. Рассчитайте потери продуктивности леса, используя данные таблицы 6.

Таблица 6 – Эффективность лесных ресурсов

Показатель величины эффекта	Вариант							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
Пылезащитная оценка леса ($x \cdot 10^3$), р/га за год	10	11	10,5	9,5	9	9,8	10,1	10,9
Ежегодная стоимость продукции ($x \cdot 10^3$), р/га за год	124,5	124,6	124,7	124,8	124,9	124,4	124,3	124,2
Производительность труда ($x \cdot 10^3$), р/га за год	14	13	12	11	15	16	10	17
Объем прироста древесины ($x \cdot 10^3$), м ³ /га	4	5	6	7	8	3	9	4,5
Себестоимость древесины, р/м ³	7	7	7	7	7	7	7	7
Площадь пораженной территории, тыс. га	10	12,5	2,5	18	8	7	17	24

Методические указания по выполнению задачи

При решении задачи 1 воспользуйтесь следующими формулами:

$$P_{np} = \mathcal{E}_л \cdot S, \quad (5)$$

где P_{np} – потери продуктивности леса;
 $\mathcal{E}_л$ – эффективность лесных ресурсов;

S – площадь лесных ресурсов, подвергшихся загрязнению, тыс. га;

$$\mathcal{E}_л = \mathcal{E}_{нз} + C_{пр} + K_y + K_{нд}, \quad (6)$$

где $\mathcal{E}_{нз}$ – величина эффекта от пылезадерживающей способности леса;

$C_{пр}$ – величина стоимости ежегодно получаемой продукции леса;

K_y – коэффициент увеличения производительности труда от рекреационных ресурсов;

$K_{нд}$ – коэффициент прироста древесины;

$$K_{нд} = V \cdot C, \quad (7)$$

где V – объем прироста древесины, м³/га;

C – себестоимость единицы объема древесины, р/м³.

Задача 2. Определите затраты на воспроизводство кислорода для сжигания 1 т органического топлива, используя данные таблицы 7.

Таблица 7 – Данные для расчетов

Показатели	Вариант							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
Количество выделенного кислорода, т/год	7,0	10,0	5,5	7,6	4,5	6,4	3,6	5,2
Затраты на лесопосадки ($x \cdot 10^3$), р/га	350	400	100	150	200	300	175	375
Эффективность леса, р/га за год	Данные расчета из задачи 1							
Расход Q_2 при сжигании, т	1,55	1,53	1,47	1,50	1,51	1,56	1,52	1,58
Затраты на освоение ($x \cdot 10^6$), р.	2	1,5	1,7	2,2	2,5	2,57	2,6	2,22
Плата за кредит, р.	23,5	31,5	29,7	28,1	35	20	25	30
Потери урожайности ($x \cdot 10^5$), р.	4,3	5,1	6,0	5,5	5,3	4,5	5,0	4,8
Затраты на воспроизводство сельскохозяйственной продукции, р.	2,9	2,75	0,5	2,0	1,1	2,1	3,0	1,7

Окончание таблицы 7

Показатели	Вариант							
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й
Коэффициент ценности древесины	2	1	1,5	2	1,5	1	2,5	2,5
Дополнительные затраты на воспроизводство кислорода ($x \cdot 10^3$), р.	30	31	32	33	34	35	36	37

Методические указания по выполнению задачи

При решении задачи 2 воспользуйтесь следующей формулой:

$$Z = k : m [(C_1 + C_2) \cdot (1 + \alpha) + y \cdot \gamma - \mathcal{E}_л \cdot \mathcal{L}], \quad (8)$$

где k – расход кислорода для полного сгорания 1 т топлива;
 m – количество кислорода, выделяемого 1 га леса в атмосферу;
 C_1 – затраты на посадку 1 га леса;
 C_2 – затраты на освоение 1 га новых земель;
 α – плата за кредиты на выполнение мероприятий по лесопосадкам;
 y – потери от снижения урожайности вновь освоенных земель взамен отпущенных под лесопосадки;
 γ – коэффициент, учитывающий затраты для получения дополнительной продукции;
 $\mathcal{E}_л$ – эффект, полученный от 1 га леса;
 \mathcal{L} – относительный коэффициент ценности лесных угодий по сравнению с сельскохозяйственными угодьями.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается экологическое и экономическое значение лесов?
2. В чем заключаются охрана, защита лесов и роль национальных парков, заказников, заповедников, памятников природы?
3. Какие функции выполняют лесные ресурсы?
4. Каковы основные экологические проблемы лесов?
5. В чем сущность понятия «биоразнообразие»?
6. В чем состоит многообразие функции леса (групп и категорий защитности)?

Работа 4. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Цель работы: изучить структуру потребляемой энергии в быту; освоить методику расчета обобщенных затрат на энергоресурсы собственной квартиры или дома на календарный год.

Краткие теоретические сведения

Электроэнергетика является важнейшей отраслью любой страны, поскольку ее продукция (электроэнергия) относится к универсальному виду энергии. На долю электроэнергетики в Республике Беларусь приходится примерно 15,8% валовой продукции промышленности страны, поэтому энергосбережение – важная государственная задача по сохранению природных ресурсов.

Энергосбережение (экономия энергии) – реализация правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов.

Основа энергосбережения – рациональное использование энерго-ресурсов и сокращение их потерь. Во всех экономически развитых странах применяется энергосберегающая политика. Энергосберегающая политика – правовое, организационное и финансово-экономическое регулирование деятельности в области энергосбережения. Для обеспечения энергосберегающей политики в республике создана правовая база.

Структура потребляемой в быту энергии. Потери тепловой энергии в доме с центральным отоплением и водоснабжением можно представить следующим образом: наружные стены – 35–45%; окна – 20–30; вентиляция – 15; горячая вода – 10; крыша, пол – 5; трубопроводы (водопровод, канализация), арматура – 2%.

Основным источником энергии в современном мире является ископаемое топливо – уголь, нефть, газ, горючие сланцы.

Основные меры экономии тепловой энергии в быту – теплоизоляция стен, утепление потолка, крыши, пола, устранение потерь тепла через окна, входную дверь и др.

В строительной практике применяются разнообразные теплоизоляционные материалы, из которых к основным относятся легкие бетоны (керамзитобетон, перлитобетон, шлакобетон, газобетон, пенобетон и др.); «теплые» растворы (цементно-перлитовый, гипсо-перлитовый, поризованный и др.); изделия из дерева и органических материалов

(плиты древесностружечные, фибролитовые, камышитовые и др.; минераловатные и стекловолоконистые материалы (минераловатные маты, минераловатные плиты, минераловатные мягкие плиты, полужесткие, жесткие и повышенной жесткости на различных связующих компонентах, плиты из стекловолокна и др.); полимерные материалы (пенополистирол, пенопласт, пенополиуретан, перлитопластбетон и др.); пеностекло, газостекло, другие композиционные материалы и изделия из них.

Энергосберегающие окна. В настоящее время широко применяются в строительной индустрии для эффективного энергосбережения и звукоизоляции стеклопакеты из пластика, дерева и композиционных материалов. Сопротивление теплопередаче (теплопроводности) R_0 через применяемые окна в Республике Беларусь нормируется и определено показателем $R_0 > 0,6$ ($\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$). Энергосберегающие окна снижают потери тепла из квартир и домов в 2 и более раз.

Энергосбережение в быту начинается с квартиры или собственного дома. При пользовании электроплитой целесообразно отключать электроплиту до закипания чайника: за счет тепловой инерции чайник все равно закипит, а это сэкономит до 20% энергии. Пользование электрочайником предпочтительнее (КПД – 90%), чем конфорками электрической плиты (КПД – 50–60%).

Если в квартире установлена газовая плита, то для экономии газа необходимо, чтобы диаметр используемой для приготовления пищи посуды был не менее диаметра пламени газовой конфорки.

При пользовании холодильником 30–40% потребляемой в доме электроэнергии приходится на холодильник. Он потребляет электроэнергии не меньше, чем электрическая плита. Компрессорные холодильники (хладагент – фреон) в 3–4 раза экономнее абсорбционных (хладагент – аммиак). Морозильные камеры, используемые для глубокой заморозки продуктов, потребляют электроэнергии в 2 раза больше, чем обычные холодильники. В холодильник помещается пища, охлажденная до комнатной температуры, в закрытой посуде. Регулярное размораживание дает 3–5% экономии. Нельзя устанавливать холодильник в нишу, это ухудшает условия охлаждения змеевика конденсатора, потребление энергии увеличивается на 20%.

При пользовании телевизором, радиоприемником, швейной и стиральной машинами, пылесосом, утюгом и другими бытовыми приборами за счет их рационального использования можно получить существенную экономию электроэнергии. Например, нельзя допускать холостой работы бытовых приборов (в телевизорах – режим ожидания),

необходимо отключить их. При пользовании электрическим утюгом с регулятором температуры расход энергии сокращается на 10–15%. Для эффективной работы пылесоса большое значение имеет своевременная очистка пылесборника или внутреннего поролонового фильтра от мелкой пыли. Это дает экономию электроэнергии до 20%.

Энергоемкость продукции (работ, услуг) исчисляется в килограммах условного топлива на единицу выпущенной продукции (или на 1 долл. США по паритету покупательной способности населения). Условное топливо представляет собой единицу учета органического топлива, применяемую для сопоставления эффективности различных видов топлива и суммарного их учета.

В качестве единицы условного топлива применяется 1 кг топлива с теплотой сгорания 7 000 ккал/ч (29,3 МДж/кг), что соответствует хорошему малозольному сухому углю. Соотношение между условным топливом и натуральным выражается формулой

$$B_m = \frac{Q_v^n \cdot B_n}{7\,000}, \quad (9)$$

где B_m – масса эквивалентного количества условного топлива, кг;
 Q_v^n – низшая теплота сгорания данного натурального топлива, МДж/кг или МДж/м³;
 B_n – масса натурального топлива, кг (твердое и жидкое топливо) или м³ (газообразное топливо).

Задание 7

Определите обобщенные затраты на календарный год для квартиры или дома в натуральных и условных единицах, исходя из следующих условий:

- квартира (дом) с центральным отоплением, водо- и газоснабжением оборудована газовым счетчиком и счетчиками расхода воды;
- семья имеет автомобиль с бензиновым двигателем.

Методические указания по выполнению задания

Обобщенные энергетические затраты ($OЭЗ$) определяются по формуле

$$OЭЗ = B + K_s \cdot \mathcal{E} + K_q \cdot Q, \quad (10)$$

где B – количество потребленного топлива, поступившего со стороны, т (кг) условного топлива (в данном случае газа и бензина – $B = B_{mг} + B_{mб}$);

$K_э$ – топливный эквивалент, выражающий количество условного топлива, необходимого для производства и передачи к месту потребления единицы электрической энергии (условно принимается 0,28);

\mathcal{E} и Q – количество электрической и тепловой энергии, израсходованной за 1 год;

K_q – топливный эквивалент, выражающий количество условного топлива, необходимого для производства и передачи к месту потребления единицы тепловой энергии (условно принимается 0,175).

Для начала необходимо определить количество топлива B , поступающего со стороны. По условию задания B состоит из суммы требуемого количества газа для приготовления пищи ($B_{mг}$) и требуемого количества моторного топлива – бензина или дизельного топлива (в данном задании – бензина, $B_{mб}$).

Топливо, поступающее со стороны, – это газ и моторное топливо (бензин, дизельное топливо), а также централизованное теплоснабжение и электроэнергия.

Количество газа определяется по счетчику. Если он не установлен, то определяется по республиканским нормам из расчета 8 м^3 природного газа на одного человека в месяц. Тогда требуемое количество газа определяется по формуле

$$B_{mг} = N \cdot n \cdot t \cdot K_э, \quad (11)$$

где $B_{mг}$ – требуемое количество газа в условных единицах для приготовления пищи, т (кг) условного топлива;

N – расход газа для приготовления пищи на 1 человека в месяц (принимается средний расход газа на 1 человека по счетчику – 5 м^3);

n – количество членов семьи;

t – количество месяцев в году;

$K_э$ – калорийный коэффициент для газа (принят 1,15).

Требуемое количество моторного топлива (бензина) ($B_{mб}$) за 1 год определяется по формуле

$$B_{тб} = \frac{L \cdot N_m \cdot V_{\bar{o}} \cdot K_{\bar{o}}}{100}, \quad (12)$$

где $B_{тб}$ – требуемое количества бензина в условных единицах для поездок на автомобиле, т (кг) условного топлива;

L – пробег автомобиля в год, км;

N_m – норма расхода моторного топлива на 100 км пробега, л;

$V_{\bar{o}}$ – объемная масса бензина (0,72–0,74; в расчетах условно принимаем 0,73);

$K_{\bar{o}}$ – калорийный коэффициент для бензина (принят 1,49).

Затем определяется количество фактически потребленной электроэнергии за год ($B_э$) (определяется по электросчетчику, планируемая потребность электроэнергии на год берется из таблицы 8) по формуле

$$B_э = K_э \cdot \mathcal{E}. \quad (13)$$

Таблица 8 – **Варианты заданий и исходные данные для расчетов**

Вариант	Состав семьи, чел.	Общая площадь квартиры, м ²	Потребность электроэнергии на год, кВт · ч	Пробег автомобиля за год, км	Норма расхода бензина на 100 км пробега, л	Расход горячей воды на 1 чел. в месяц, м ³
1-й	4	60	1 800	8 000	7	2
2-й	3	40	1 700	10 000	8	3
3-й	5	70	2 200	9 000	11	4
4-й	4	70	2 100	8 000	7	2
5-й	4	70	2 000	11 000	11	3
6-й	4	70	1 900	12 000	12	4
7-й	4	65	2 200	13 000	7	2
8-й	3	45	1 800	8 000	12	3
9-й	3	50	1 500	9 000	10	4
10-й	3	55	1 500	10 000	7	2
11-й	3	40	1 500	8 000	7	3
12-й	3	50	1 500	15 000	7	4
13-й	4	45	1 700	17 000	8	2

Окончание таблицы 8

Вариант	Состав семьи, чел.	Общая площадь квартиры, м ²	Потребность электроэнергии на год, кВт · ч	Пробег автомобиля за год, км	Норма расхода бензина на 100 км пробега, л	Расход горячей воды на 1 чел. в месяц, м ³
14-й	5	70	2 500	6 000	7	3
15-й	3	50	1 500	7 000	5	4
16-й	4	80	1 800	11 000	6	2
17-й	4	75	2 500	8 000	7	3
18-й	4	80	1 900	15 000	8	4
19-й	4	60	2 000	18 000	7	2
20-й	3	45	1 500	20 000	10	3

Далее следует определить затраты на отопление и горячее водоснабжение на 1 год (B_q) по формуле

$$B_q = K_q \cdot Q = K_q \cdot (Q_{кв} + Q_в), \quad (14)$$

где $Q_{кв}$ – требуемое количество тепла, Гкал;
 $Q_в$ – требуемое количество тепла на подогрев воды.

Требуемое количество тепла ($Q_{кв}$) в гигакалориях (Гкал) на отопление квартиры определяется по формуле

$$Q_{кв} = N_{кв} \cdot S \cdot t, \quad (15)$$

где $N_{кв}$ – средний расход тепла на отопление (условно принимаем 0,017 Гкал на 1 м²);
 S – общая площадь квартиры, м²;
 t – продолжительность отопительного сезона (условно принимаем 6 мес.).

Требуемое количество тепла на подогрев воды ($Q_в$) определяется по формуле

$$Q_в = N_в \cdot g \cdot n \cdot t, \quad (16)$$

где $N_в$ – средний расход тепла на подогрев воды (условно принимаем 0,1 Гкал на 1 м³);

g – фактическое количество горячей воды, использованной одним членом семьи в месяц, м³ (данные берутся из таблицы 8);
 n – количество членов семьи;
 t – количество месяцев в году (12).

Полученные результаты необходимо подставить в формулу 10.

После выполнения расчетов, согласно заданному варианту, сделайте выводы, анализируя обобщенные энергетические затраты. Напишите предложения по экономии энергоресурсов в семье.

Пример. Необходимо определить обобщенные затраты на календарный год для квартиры в условных единицах, исходя из следующих условий: квартира площадью 50 м² с центральным отоплением, водопроводом и газоснабжением оборудована газовым счетчиком (считаем, что в среднем человек потребляет в месяц 5 м³ газа) и счетчиками расхода воды (средний расход горячей воды в семье на 1 человека – 2 м³ в месяц); планируемая потребность в электроэнергии на год – 1 500 кВт · ч; семья из 4-х человек имеет автомобиль для развозов, пробег автомобиля – 13 000 км в год, норма расхода бензина для автомобиля – 8 л на 100 км.

Решение. Для начала рассчитывается требуемое количество газа на 1 год:

$$B_{mг} = N \cdot n \cdot t \cdot K_z = 5 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 1,15 = 276 \text{ кг условного топлива.}$$

Далее необходимо рассчитать требуемое количество бензина на 1 год:

$$B_{mб} = \frac{L \cdot N_m \cdot V_{\delta} \cdot K_{\delta}}{10} = \frac{13\,000 \cdot 8 \cdot 0,73 \cdot 1,49}{100} = 1\,131,2 \text{ кг условного топлива.}$$

Затем рассчитаем планируемые затраты на электроэнергию (потребность в электроэнергии на 1 год берем из таблицы 8):

$$B_э = K_э \cdot Э = 0,28 \cdot 1\,500 = 420 \text{ кг условного топлива.}$$

Затем рассчитаем планируемые энергетические затраты на тепло:

$$B_q = K_q \cdot (Q_{кв} + Q_в) = 175 \cdot (0,017 \cdot 50 \cdot 6 + 0,1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 12) = 892,5 + 1\,680 = 2\,572,5 \text{ кг условного топлива.}$$

Определяем общие энергетические затраты семьи из 4-х человек на 1 год:

$$OЭЗ = 276 + 1\,131,2 + 420 + 2\,572,5 = 4\,399,7 \text{ кг условного топлива.}$$

Вывод. Наибольшие затраты у семьи из 4-х человек за 1 год – на отопление, горячее водоснабжение и моторное топливо (в расчетах – почти в 3 раза больше, чем на электроэнергию). Следовательно, для снижения расходов на отопление необходимо установить пластиковые стеклопакеты, покрыть стены и полы квартиры теплоизоляционными материалами. Как резерв экономии энергоресурсов и денежных средств, семье рекомендуется более экономно расходовать горячую воду и сократить число поездок на автомобиле.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы традиционные источники энергии?
2. Каковы нетрадиционные источники энергии?
3. Что понимается под условным топливом?
4. Какова краткая характеристика основных теплоизоляционных материалов?
5. Каковы основные меры экономии тепловой энергии в быту?
6. Какие существуют электроприборы в быту? Каковы правила их эксплуатации для повышения энергосбережения?
7. Каковы основные энергосберегающие характеристики оконных стеклопакетов?
8. Какова характеристика ламп накаливания и энергосберегающих ламп? Каковы их преимущества и недостатки?

Работа 5. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ОХРАНЫ ТРУДА. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ

Цель работы: ознакомиться с законодательством в области охраны труда, с порядком расследования, учета, анализа несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве, научиться проводить анализ производственного травматизма.

Краткие теоретические сведения

Несчастный случай на производстве – событие, в результате которого работник получил увечье или иное повреждение здоровья при выполнении трудовых обязанностей на территории нанимателя или в другом месте, где работник совершал действия в интересах нанимателя, а само событие вызвало необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату трудоспособности или смерть.

Травма – нарушение анатомической целостности или физиологических функций тканей или органов человека, вызванное внезапным внешним воздействием.

Острое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, развившееся в результате воздействия вредного производственного фактора в процессе трудовой деятельности в первые три рабочих дня (смены).

Хроническое профессиональное заболевание (отравление) – заболевание, являющееся результатом длительного воздействия на работника вредного производственного фактора, повлекшее временную или стойкую утрату профессиональной трудоспособности.

Расследованию подлежат несчастные случаи, полученные следующими группами лиц:

- самим нанимателем и его работниками;
- лицами, работающими на основе членства (участия) в организациях любых организационно-правовых форм; главами и членами крестьянских (фермерских) хозяйств;
- учениками любых форм обучения, учащимися учреждений, обеспечивающих получение среднего специального и профессионально-технического образования, и общеобразовательных учреждений, студентами учреждений высшего образования, аспирантами и клиническими ординаторами при прохождении ими практики или выполнении работ у нанимателей;

– военнослужащими Вооруженных сил Республики Беларусь, органов Министерства внутренних дел Республики Беларусь, Министерства чрезвычайных ситуаций Республики Беларусь при выполнении ими работ у нанимателя;

– осужденными к лишению свободы, а также лицами, находящимися в лечебно-трудовых и воспитательно-трудовых профилакториях Министерства внутренних дел Республики Беларусь;

– лицами, привлекаемыми в установленном порядке к ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, к общественным работам;

– иностранными гражданами и лицами без гражданства, работающими у нанимателей, находящихся на территории Республики Беларусь, если иное не предусмотрено международными договорами (соглашениями), заключенными Республикой Беларусь.

Расследованию подлежат те несчастные случаи, которые произошли в следующих местах:

– на территории предприятия (учреждения), т. е. нанимателя, или в ином месте, при условии, что потерпевший совершал там действия в интересах нанимателя;

– при следовании к месту работы или с работы на транспорте, предоставленном нанимателем;

– на личном транспорте, используемом в интересах нанимателя с его согласия или по его распоряжению (поручению);

– на транспорте общего пользования или ином транспорте, а также при следовании пешком при передвижении между объектами обслуживания либо выполнении поручения нанимателя;

– при следовании на транспортном средстве в качестве сменщика во время междуменного отдыха (водитель-сменщик, проводник и т. п.);

– при выполнении работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий;

– при участии в общественных работах безработных граждан, зарегистрированных в государственной службе занятости.

Хронические и острые профессиональные заболевания (отравления) расследуются специалистами системы здравоохранения.

Главной задачей учета и анализа производственного травматизма является установление закономерностей, вызывающих несчастные случаи, разработка на этой основе эффективных профилактических мероприятий. На основании актов формы Н-1 и формы ПЗ-1 (профессиональные заболевания) наниматель составляет отчет о потерпевших при несчастных случаях на производстве и профессиональных

заболеваниях, организует проведение анализа их причин, рассмотрение их в трудовых коллективах.

Анализ производственного травматизма осуществляется различными методами. Наиболее часто используется статистический метод, который дает возможность получать общее представление о травматизме на предприятии, определять его динамику, выявлять связи, закономерности между чрезвычайными обстоятельствами и причинами возникновения этих обстоятельств.

Для анализа производственного травматизма при помощи статистического метода используются следующие показатели:

– Коэффициент частоты (K_v), рассчитываемый по формуле

$$K_v = \frac{T \cdot 1\,000}{P}, \quad (17)$$

где T – число травм (несчастных случаев) за конкретный период времени (год, месяц);

P – среднесписочное количество работающих в данный период времени, чел.

– Коэффициент тяжести травм (K_m), характеризующий потери рабочего времени в результате несчастного случая, рассчитывается по следующей формуле:

$$K_m = \frac{D}{T}, \quad (18)$$

где D – суммарное количество дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям за отчетный период, дней.

Коэффициент тяжести определяет количество дней нетрудоспособности, приходящихся в среднем на одного пострадавшего. По его высокому показателю (выше среднеотраслевого) можно судить о крайне неблагоприятных условиях труда в производственном подразделении.

– Коэффициент общего травматизма на предприятии ($K_{общ}$), характеризующий количество дней нетрудоспособности, которые теряют каждые 1 000 работников за отчетный период. Рассчитывается по формуле

$$K_{общ} = K_v \cdot K_m. \quad (19)$$

Топографический метод анализа травматизма включает изучение причин несчастных случаев по месту их происхождения. Все несчастные случаи систематизируются по производствам, цехам, участкам, лабораториям. Это позволяет наглядно представить рабочие места, участки с повышенной травмоопасностью, требующие особого внимания в смысле разработки научно обоснованных оздоровительных мероприятий.

Монографический метод изучения травматизма включает выявление и анализ комплекса условий труда, а также опасных производственных факторов, которые привели к несчастному случаю. Выявляются также причины, которые привели к реализации существующих опасных факторов.

Экономический метод анализа травматизма призван оценить материальные потери, которые несут предприятия по поводу несчастных случаев. На этой основе оценивается социально-экономическая эффективность мероприятий, планируемых для снижения травматизма.

Приведенный комплексный подход к анализу травматизма позволяет создать научную основу планирования мероприятий по улучшению охраны труда, прогнозирования безопасности труда.

Задание 8. Изучение порядка расследования и учета несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве

Ознакомьтесь с содержанием постановления Совета Министров Республики Беларусь «О расследовании и учете несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» от 15 января 2004 г. № 30. Изучите порядок проведения расследования несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Обратите внимание на особенности проведения специального расследования несчастных случаев, формы актов по их учету, сроки проведения расследования. Результаты работы представьте в произвольной форме.

Задание 9. Изучение порядка анализа производственного травматизма

Рассчитайте статистическим методом коэффициенты частоты (K_v), тяжести (K_m) травматизма по предложенным данным для расчета (таблицы 9–11), для чего составьте таблицу, соответствующую форме задания, дополнительно введя в нее два показателя (K_v и K_m).

Проанализируйте полученные результаты, выделите производственные подразделения с наиболее низкими показателями частоты и тяжести и более высокими, обратите внимание на соотношение этих показателей между собой и между различными производствами.

Сделайте выводы о предположительных причинах разброса полученных расчетных показателей.

Таблица 9 – Данные для анализа производственного травматизма на предприятиях разных отраслей промышленности

Наименование предприятия (отрасль)	Среднесписочная численность работающих, чел.	Число травм в году	Число потерянных рабочих дней из-за травм
Завод отопительного оборудования (машиностроение)	1 830	32	983
Минский мясокомбинат (пищевая отрасль)	1 129	13	36
ГУМ (отрасль торговли)	1 249	3	76
Минский завод металлоконструкций (строительство)	1 689	17	705
Минский завод «Промсвязь» (отрасль связи)	1 356	2	42

Таблица 10 – Данные для анализа производственного травматизма средних показателей по разным отраслям промышленности

Наименование предприятия (отрасль)	Среднесписочная численность работающих, чел.	Число травм в году	Число потерянных рабочих дней из-за травм
Машиностроение	67 900	564	16 995
Деревообработка	4 640	8	210
Связь	4 356 740	5	90
Пищевая промышленность	2 564	15	551
Строительные материалы	17 286	135	4 001

Таблица 11 – Данные для анализа производственного травматизма на разных предприятиях радиоэлектроники и связи

Наименование предприятия (отрасль)	Среднесписочная численность работающих, чел.	Число травм в году	Число потерянных рабочих дней из-за травм
Предприятие «Белпочта»	3 330	4	82

Окончание таблицы 11

Наименование предприятия (отрасль)	Среднесписочная численность рабо- тающих, чел.	Число травм в году	Число потерянных рабочих дней из-за травм
Завод «Промсвязь»	1 026	1	23
Завод «Горизонт»	4 620	6	134
Завод «Интеграл»	7 630	27	343
Завод «Планар»	3 200	7	184

Вопросы для самоконтроля

1. Что называют несчастным случаем на производстве?
2. Какие несчастные случаи подлежат расследованию?
3. В каких случаях травмы, полученные вне территории предприятия, считаются производственными?
4. Когда проводится специальное расследование несчастных случаев?
5. Каковы основные методы учета и анализа травматизма?
6. Какие показатели рассчитывают при использовании статистического метода анализа травматизма?

Работа 6. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА

6.1. Исследование параметров микроклимата в производственных помещениях

Цель работы: изучить принципы нормирования, методику проведения контроля и гигиенической оценки параметров микроклимата производственного помещения.

Краткие теоретические сведения

Микроклимат помещения – это сочетание метеорологических факторов, определяющих работоспособность человека в процессе труда.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных и офисных помещениях, являются следующие:

– температура воздуха t , °С;

– температура поверхностей (учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и др.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств);

– относительная влажность воздуха φ , %;

– скорость движения воздуха v , м/с;

– интенсивность теплового облучения J , Вт/м²;

– тепловая нагрузка среды.

На производстве указанные факторы воздействуют на человека чаще всего суммарно, взаимно усиливая или ослабляя друг друга. Например, увеличение подвижности воздуха усиливает эффект пониженной температуры и, наоборот, ослабляет воздействие повышенной температуры на организм человека. Повышенная влажность ухудшает самочувствие человека как при пониженной, так и при повышенной температуре. Таким образом, сочетание метеорологических параметров производственной среды может быть благоприятным и неблагоприятным для самочувствия человека.

Санитарные нормы и правила устанавливают требования к оптимальным и допустимым параметрам микроклимата на рабочих местах в производственных и офисных помещениях организаций всех форм собственности, физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей с целью предотвращения неблагоприятного воздействия его на самочувствие, функциональное состояние, работоспособность и здоровье человека.

Допустимые значения параметров микроклимата – минимальные или максимальные значения микроклиматических показателей, установленных по критериям теплового состояния человека на период 8-часовой рабочей смены и не вызывающих повреждений или нарушений состояния здоровья, но способных приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и снижению работоспособности к концу смены.

Оптимальные значения параметров микроклимата – установленные по критериям оптимального теплового состояния человека значения микроклиматических показателей, которые обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Производственные и офисные помещения – замкнутые пространства в специально предназначенных сооружениях, в которых постоянно (по сменам) или периодически в течение рабочего дня осуществляется трудовая деятельность людей.

Среднесуточная температура наружного воздуха – средняя величина температуры наружного воздуха, измеренная в определенные часы суток через одинаковые интервалы времени, которая принимается по данным метеорологической службы.

В местах пребывания работников в течение смены, в зависимости от характеристики выполняемых работ по интенсивности энергозатрат, приведенных ниже, должны поддерживаться оптимальные или допустимые значения параметров микроклимата в соответствии с данными таблиц 12 и 13.

Таблица 12 – **Оптимальные значения параметров микроклимата на рабочих местах**

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia	22–24	21–25	60–40	0,1
	Iб	21–23	20–24	60–40	0,1
	IIa	19–21	18–22	60–40	0,2
	IIб	17–19	16–20	60–40	0,2
	III	16–18	15–19	60–40	0,3
Теплый	Ia	23–25	22–26	60–40	0,1
	Iб	22–24	21–25	60–40	0,1
	IIa	20–22	19–23	60–40	0,2
	IIб	19–21	18–22	60–40	0,2
	III	18–20	17–21	60–40	0,3

Таблица 13 – Допустимые значения параметров микроклимата на рабочих местах

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температуры воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температуры воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia	20,0–21,9	24,1–25,0	19,0–26,0	15–75	0,1	0,1
	Iб	19,0–20,9	23,1–24,0	18,0–25,0	15–75	0,1	0,2
	IIa	17,0–18,9	21,1–23,0	16,0–24,0	15–75	0,1	0,4
	IIб	15,0–16,9	19,1–22,0	14,0–23,0	15–75	0,2	0,3
	III	13,0–15,9	18,1–21,0	12,0–22,0	15–75	0,2	0,4
Теплый	Ia	21,0–22,9	25,1–28,0	20,0–29,0	15–75	0,1	0,2
Теплый	Iб	20,0–21,9	24,1–28,0	19,0–28,0	15–75	0,1	0,3
	IIa	18,0–19,9	22,1–27,0	17,0–28,0	15–75	0,1	0,4
	IIб	16,0–17,9	21,1–27,0	15,0–28,0	15–75	0,2	0,5
	III	15,0–16,9	20,1–26,0	14,0–27,0	15–75	0,2	0,5

Оптимальными должны быть параметры микроклимата в холодный и теплый периоды года на рабочих местах производственных и офисных помещений, на которых выполняются работы, связанные с нервно-эмоциональным напряжением работника.

Перепады температуры воздуха, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин параметров микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин для отдельных категорий работ, указанных в таблице 12.

Допустимые значения параметров микроклимата, воздействующие на работника непрерывно или суммарно за рабочую смену, в холодный и теплый периоды года устанавливаются в случаях, когда по технологическим требованиям, техническим и экономически обоснованным причинам не могут быть обеспечены оптимальные значения параметров микроклимата в соответствии с величинами, представленными в таблице 13.

В нормах учитывается следующее:

- теплый период года – промежуток времени, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$;
- холодный период года – промежуток времени, характеризуемый среднесуточной температурой наружного воздуха, равной $+10^{\circ}\text{C}$ и ниже;
- категории работ по степени тяжести.

Категории работ разграничиваются на основе интенсивности общих энергозатрат организма.

К категории Ia относятся работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением (ряд профессий на предприятиях точного приборо- и машиностроения, на часовом, швейном производствах, в офисе, сфере управления и подобные).

К категории Ib относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121–150 ккал/ч (140–174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением (ряд профессий в полиграфической промышленности, на предприятиях связи, контролеры, мастера в различных видах производства и подобные).

К категории Pa относятся работы с интенсивностью энергозатрат 151–200 ккал/ч (175–232 Вт), связанные с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующие определенного физического напряжения (ряд профессий в механосборочных цехах машиностроительных предприятий, в прядильно-ткацком производстве и подобные).

К категории Pb относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201–250 ккал/ч (223–290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением (ряд профессий в механизированных литейных, прокатных, кузнечных, термических, сварочных цехах машиностроительных и металлургических предприятий и подобные).

К категории П относятся работы с интенсивностью энергозатрат более 250 ккал/ч (более 290 Вт), связанные с постоянными передвижениями, перемещением и переноской значительных (свыше 10 кг) тяжестей и требующие значительных физических усилий (ряд профессий в кузнечных цехах с ручной ковкой, литейных цехах с ручной набивкой и заливкой опок машиностроительных и металлургических предприятий и подобные).

Задание 10. Изучение основ производственной санитарии

Используя материалы учебной и справочной литературы, интернет-ресурсов, подготовьте презентации или видеоролики по следующим темам:

1. Влияние микроклимата на организм человека.
 2. Измерение показателей микроклимата.
 3. Методы и приборы для определения параметров микроклимата и чистоты воздуха.
 4. Мероприятия по нормализации микроклимата.
 5. Профилактика неблагоприятного воздействия микроклимата.
 6. Производственная вибрация.
 7. Производственный шум, ультразвук и инфразвук.
 8. Защита от электромагнитных полей.
- Обсудите заслушанную информацию. Результаты работы представьте в произвольной форме.

Задание 11. Изучение параметров, характеризующих микроклимат производственных помещений

Изучите краткие теоретические сведения к работе, законспектируйте понятие микроклимата, оптимальных и допустимых значений параметров микроклимата. Укажите, какие факторы учитываются при нормировании параметров микроклимата.

Определите оптимальные и допустимые значения параметров микроклимата для следующих ситуаций:

- Студенческая аудитория при температуре наружного воздуха $+16^{\circ}\text{C}$.
- Грузчик, переносящий тяжести до 10 кг внутри помещения при температуре наружного воздуха $+9^{\circ}\text{C}$.
- Помещение конструкторского бюро. Средняя температура наружного воздуха составляет $+8^{\circ}\text{C}$.

Результаты работы представьте в произвольной форме.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определение понятия микроклимата.
2. Как происходит формирование микроклимата помещения?
3. В чем заключается принцип нормирования микроклимата?
4. В чем заключается гигиеническая оценка воздушной среды производственного помещения?

5. Как классифицируются виды работ по степени тяжести?
6. Как происходит теплоотдача человеческого организма, из каких составляющих складываются потери тепла?
7. Какова допустимая интенсивность теплового облучения для организма человека?
8. Какими приборами осуществляется контроль параметров микроклимата?
9. Назовите основные способы и средства нормализации микроклимата помещения.

6.2. Определение эффективности работы вентиляционных систем

Цель работы: изучить показатели, характеризующие эффективность работы вентиляционных систем помещений торговых организаций; приобрести навыки расчета эффективности работы вентиляционных систем.

Краткие теоретические сведения

Рациональная вентиляция воздуха в помещениях торговых организаций является важным фактором улучшения условий работы и повышения производительности труда торговых работников, сохранения качества товаров, повышения культуры торговли.

Вентиляция – это замена воздуха помещений наружным чистым воздухом в целях создания в них благоприятной для здоровья людей воздушной среды.

В зависимости от способа перемещения воздуха вентиляция подразделяется на *естественную, искусственную (механическую) и смешанную*.

Естественную вентиляцию подразделяют на организованную и неорганизованную. Организованная естественная вентиляция может быть канальной (дефлекторной) и бесканальной (аэрация).

По способу воздухообмена системы искусственной вентиляции подразделяются следующим образом:

– вытяжные, которые предназначены для удаления из помещений загрязненного воздуха и недопущения проникновения его в соседние помещения (кухни предприятий общественного питания, цеха сахарных, мукомольных и льноперерабатывающих заводов и др.);

– приточные, предназначенные для подачи чистого воздуха внутрь зданий в тех случаях, когда в помещениях нет опасных, вредных или

неприятно пахнущих загрязнений и для предотвращения их проникновения из других помещений (административно-бытовые помещения, бухгалтерия, планово-экономический отдел и т. п.);

– приточно-вытяжные (чаще с преобладанием вытяжки над притоком) устраиваются в тех случаях, когда за счет естественно организованного притока воздуха в помещении не может быть обеспечен расчетный воздухообмен при помощи вытяжки.

По назначению искусственная вентиляция подразделяется на рабочую и аварийную.

Интенсивность искусственной вентиляции помещений определяется кратностью воздухообмена, которая показывает, сколько раз за 1 ч происходит полная замена воздуха в помещении. Кратность воздухообмена (K) рассчитывается по формуле

$$K = \frac{L}{V}, \quad (20)$$

где L – количество вентилируемого (перегоняемого вентиляционной системой) воздуха, м³/ч;

V – объем (емкость) помещения, м³.

Согласно строительным нормам и правилам, в помещениях торговых предприятий с приточно-вытяжной вентиляцией установлена следующая кратность воздухообмена: в складских помещениях – 1 раз в час, в торговых залах магазинов – 2 раза в час.

Задание 12. Изучение вентиляции и кондиционирования на производстве

Подготовьте к занятию презентации или видеоролики по предложенным темам, послушайте и обсудите их.

Темы презентаций

1. Понятие и классификация вентиляции в производственных помещениях.
2. Кондиционирование воздуха в производственных помещениях.
3. Понятие, значение, способы ионизации воздуха в производственных помещениях.
4. Способы вентиляции воздуха в производственных помещениях.

5. Нормативные требования к параметрам воздухообмена в производственных помещениях.

Задание 13. Расчет кратности воздухообмена в торговых помещениях

Изучите методику расчета коэффициента кратности воздухообмена, характеризующего эффективность работы вентиляционных систем. Рассчитайте данный показатель для складов оптовых организаций и магазинов, сравните с нормативом и сделайте выводы, используя данные, приведенные в таблице 14.

Таблица 14 – Характеристики объемов обмениваемого воздуха и объемов помещений

Помещение	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
<i>Объем обмениваемого воздуха (L), м³/ч</i>										
Склад тканей	800	850	1 500	1 400	1 300	700	650	950	2 000	2 100
Склад швейных изделий	4 800	4 000	5 600	5 200	5 200	5 500	5 000	4 100	5 300	3 800
Магазин «Промтовары»	900	1 050	1 000	1 500	1 300	1 800	900	1 000	2 500	1 600
Магазин «Продтовары»	700	750	650	900	650	850	950	600	1 000	850
<i>Объем помещения (V), м³</i>										
Склад тканей	880	900	1 100	1 200	1 000	800	850	840	1 800	2 800
Склад швейных изделий	4 100	4 800	5 000	5 700	6 050	4 000	4 200	5 200	3 700	3 900
Магазин «Промтовары»	500	450	550	620	750	800	500	520	1 200	700
Магазин «Продтовары»	300	350	400	500	300	500	450	350	520	350

Расчеты по каждому объекту представьте по форме таблицы 15. Вариант определяется преподавателем.

Таблица 15 – **Определение фактической кратности воздухообмена и отклонения ее от нормативной, раз/ч**

Торговое помещение	Кратность воздухообмена по нормативу	Фактическая кратность воздухообмена	Отклонение факта от норматива (+; -)
1	2	3	4

Методические указания по выполнению задания

Все расчеты по каждой организации необходимо представить по форме таблицы 15. Вариант выдается студенту преподавателем.

Задание выполняется в следующей последовательности. В графу 1 таблицы 15 записываются наименования помещений из таблицы 14.

В графу 2 таблицы 15 записываются нормативы кратности воздухообмена согласно строительным нормам и правилам. Данные в графе 3 получаются путем деления объема обмениваемого воздуха на объем помещения (в соответствии с названием помещения и данными таблицы 14). Данные графы 4 (отклонение) получаем путем вычитания из фактических данных кратности воздухообмена нормативных значений (графа 3 минус графа 2).

Полученные фактические коэффициенты сравниваются с нормативными, делается заключение с указанием мероприятий по нормализации кратности воздухообмена.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Каковы основные параметры воздушной среды (микроклимата) рабочих помещений и их влияние на организм человека?
2. Что такое вентиляция? Какие виды вентиляции существуют?
3. Что такое кратность воздухообмена? Как она определяется?
4. Как системы искусственной вентиляции подразделяются по способу воздухообмена?
5. Охарактеризуйте санитарно-гигиенические условия в торговых организациях и складских помещениях.

Работа 7. ОСВЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ. ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: изучить методику определения потребности в естественном и искусственном освещении помещений торговых организаций, приобрести навыки использования данной методики в практической деятельности.

Краткие теоретические сведения

Освещение – это получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий труда.

К производственному освещению предъявляются следующие гигиенические требования:

- достаточность – соответствие величины освещенности требованиям санитарных норм;
- равномерность освещения всех рабочих мест;
- максимальное приближение к спектру солнечного света.

В зависимости от источника света производственное освещение подразделяется на естественное, искусственное и совмещенное.

Искусственное освещение предназначено для освещения рабочих поверхностей в темное время суток или при недостаточности естественного освещения. По назначению оно подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, дежурное и охранное.

Рабочее освещение применяется в процессе производственной деятельности.

Аварийное освещение предназначено для частичного продолжения работы в случае внезапного отключения или выхода из строя рабочего освещения. Оно должно иметь независимый источник питания и отдельную арматуру крепления.

Эвакуационное освещение применяется для безопасной эвакуации людей из помещений при аварийном отключении рабочего освещения в местах, опасных для прохода людей, на лестницах, вдоль основных проходов производственных помещений, в которых работает более 50 человек (0,5 лк в помещениях).

Охранное освещение предусматривается вдоль границ территорий, охраняемых в ночное время (0,5 лк на уровне земли).

Дежурное освещение предназначено для минимального освещения помещений в нерабочее время (для несения дежурств охраны внутри здания).

Задание 14. Расчет потребности в естественном и искусственном освещении

Рассчитайте потребность в естественном и искусственном освещении для различных помещений, используя существующую методику. Определите расчетную потребность в освещении на основании нормативов, а затем, сравнив полученные результаты с фактическим освещением, сделайте выводы.

Исходные данные для расчетов (площадь помещений, фактическая световая площадь окон и мощность искусственного освещения помещений) приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика фактических величин площадей помещений, световой поверхности окон и мощности искусственного освещения

Помещение	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
<i>Площадь помещения, м²</i>										
Склад обуви	730	720	710	610	750	850	750	1 100	980	420
Зал товарных образцов	350	310	480	500	580	520	410	380	350	310
Рабочее место товароведа-бракера	12	15	12	18	15	18	15	21	18	21
Торговый зал магазина «Ткани»	210	240	300	270	252	450	360	600	210	240
Подсобно-операционные помещения	70	120	100	150	140	110	160	80	90	130
<i>Площадь световой поверхности окон, м²</i>										
Склад обуви	83	78	50	65	70	65	90	110	80	36
Зал товарных образцов	60	70	110	140	100	120	100	70	60	70
Рабочее место товароведа-бракера	5	6	3	4	6	8	5	6	7	9
Торговый зал магазина «Ткани»	28	25	30	39	42	65	70	110	42	40

Окончание таблицы 16

Помещение	Вариант									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Подсобно-операционные помещения	11	9	12	15	12	14	12	9	13	12
<i>Мощность искусственного освещения, Вт</i>										
Склад обуви	580	600	540	820	1 000	1 100	1 000	700	950	300
Зал товарных образцов	3 800	2 400	3 500	4 800	5 900	4 500	5 600	3 500	4 200	2 500
Рабочее место товароведа-бракера	140	300	180	190	220	370	400	450	200	250
Торговый зал магазина «Ткани»	6 000	4 400	8 500	5 000	4 000	6 500	10 000	7 500	5 700	6 000
Подсобно-операционные помещения	1 200	3 000	2 200	3 500	2 000	1 500	2 900	1 700	1 400	3 000

Методические указания по выполнению задания

Перед выполнением задания изучите литературу по теме «Производственное освещение и его виды. Требования к освещению помещений и рабочих мест».

Согласно строительным нормам и правилам, норматив естественного освещения для хранения товаров на складах принят в размере отношения 1 м^2 световой поверхности оконного проема к 10 м^2 пола (1:10), зала товарных образцов, соответственно, – 1:5, рабочего места товароведа-бракера – 1:3, торговых залов магазинов – 1:6, подсобно-операционных помещений – 1:10.

Норматив искусственного освещения для помещений закрытых складов равен 1 Вт/м^2 , зала торговых образцов – 10, рабочего места товароведа-бракера – 15, торговых залов магазинов – 25, подсобно-операционных помещений – 20 Вт/м^2 .

Расчеты представьте по форме таблицы 17. Для расчета показателей графы 5 в таблице 17 необходимо норматив отношения световой поверхности окон к площади пола, согласно строительным нормам и правилам (данные графы 3), умножить на площадь конкретного помещения (данные графы 2). Например, площадь торгового зала мага-

зина равна 240 м^2 , норматив естественного освещения для него – 1:6 (т. е. $\frac{1}{6}$). Тогда расчетная потребность в естественном освещении будет равна

$$x = \frac{1}{6} \cdot 240 = 40 \text{ м}^2.$$

Таблица 17 – **Определение потребности в естественном и искусственном освещении торговых помещений**

Помещение	Площадь помещения, м^2	Норматив освещения		Расчетная потребность в освещении		Фактическое освещение		Отклонение фактического освещения от расчетного (-; +)	
		естественного (отношение площади окон и пола)	искусственного, $\text{Вт}/\text{м}^2$	естественном, м^2 световой поверхности	искусственным, Вт	естественное, м^2 световой поверхности	искусственное, Вт	естественного, м^2	искусственного, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Для расчета показателей графы 6 необходимо норматив искусственного освещения (графа 4) умножить на площадь соответствующего помещения (графа 2).

По результатам расчетов сделайте заключение о соответствии фактического освещения помещений установленным нормативам, определите мероприятия по нормализации освещения, анализируя отклонения в графах 9 и 10 («-» – нехватка, «+» – избыток).

Задание 15. Производственный шум. Виды излучений и их воздействие на организм человека

Подготовьте к занятию презентации или видеоролики по предложенным темам, заслушайте и обсудите их.

Темы презентаций

1. Классификация шумов по природе происхождения. Воздействие шума на организм человека. Гигиеническая оценка шума и его нормирование в жилой зоне и на рабочих местах.

2. Различные виды излучений, электромагнитные излучения. Принципы, методы и средства защиты от шума и различных видов излучений.

3. Виды опасных и вредных факторов при работе на персональном компьютере. Основные требования к организации рабочего места пользователя. Защита от опасных и вредных факторов при работе на персональном компьютере.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Приведите классификацию производственного освещения.
2. Назовите нормативы естественного и искусственного освещения для всех типов помещений, установленных строительными нормами и правилами.
3. На какие виды делится искусственное освещение по назначению?
4. Что такое освещенность? В каких единицах она измеряется?
5. Дайте определение коэффициента естественной освещенности. Укажите порядок его расчета.
6. Укажите воздействие шума на организм человека.
7. Приведите методы и средства защиты от шума и различных видов излучений.
8. Назовите основные требования к организации рабочего места пользователя.

Работа 8. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ИСТОЧНИКОВ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: изучить строение ядра, внутриядерные связи, методику расчета характеристик радиоактивного распада, виды ионизирующих излучений и их источники, виды доз ионизирующего излучения, их отличительные особенности, порядок определения; приобрести навыки расчетов доз и мощностей доз различных видов ионизирующих излучений.

Краткие теоретические сведения

Атомные ядра (нуклиды) состоят из протонов и нейтронов (нуклонов). Символическая запись атомного ядра любого химического элемента (X) имеет вид ${}^M_Z X$, где Z – зарядовое число, M – массовое число. Зарядовое число – число протонов в ядре (совпадает с порядковым номером элемента (X) в периодической системе Д. И. Менделеева). Мас-

совое число (M) равно $Z + N$, т. е. составляет суммарное число протонов (Z) и нейтронов (N) в ядре (приложение А).

Ядра, которые имеют одинаковое число протонов, но различное число нейтронов, называют *изотопами*.

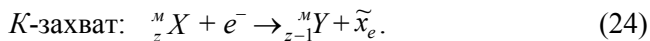
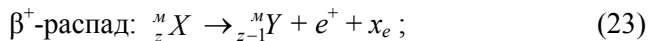
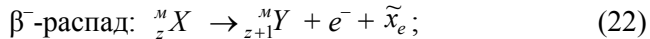
В настоящее время под радиоактивностью понимаются ионизирующие излучения, которые возникают в процессе радиоактивного распада ядер химических элементов.

Основными видами радиоактивного распада атомных ядер (внутриядерные превращения) являются α -распад, β -распад, включающие электронный β^- -распад, позитронный β^+ -распад и электронный K -захват.

При α -распаде материнское ядро ${}^M_Z X$ испускает α -частицу, представляющую собой ядро атома гелия ${}^4_2 \text{He}$, и превращается в дочернее ядро ${}^{M-4}_{Z-2} Y$. Схема такого радиоактивного превращения имеет следующий вид:



При электронном β^- -распаде ядро испускает электрон e^- и антинейтрино $\tilde{\nu}_e$ при позитронном β^+ -распаде – позитрон e^+ и нейтрино ν_e . При электронном K -захвате ядро поглощает один из электронов ближайшей к нему электронной K -оболочки атома и испускает нейтрино. Бета-распад происходит по следующим формулам:



При всех видах радиоактивного распада выделяется энергия, которая распределяется между дочерним ядром, испускаемыми частицами и γ -излучением. Эта энергия называется энергией связи ядра (ΔE_{ce}) и определяется следующим соотношением:

$$\Delta E_{ce} = c^2 \cdot \Delta m, \quad (25)$$

где c^2 – скорость света в вакууме ($2,997925 \cdot 10^8$ м/с $\approx 3 \cdot 10^8$ м/с);
 Δm – дефект массы ядра.

Дефект массы ядра (Δm) рассчитывается как разность между массой частиц, составляющих ядро, и массой самого ядра по формуле

$$\Delta m = Z \cdot m_p + (M - Z) \cdot m_n - m_{\text{я}}, \quad (26)$$

где m_p – масса покоя протона ($1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг);
 m_n – масса покоя нейтрона ($1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг);
 $m_{\text{я}}$ – масса покоя ядра.

Радиоактивные превращения описываются законом радиоактивного распада, рассчитываются по следующей формуле:

$$N(t) = N_0(t_0) \cdot e^{-\lambda t}, \quad (27)$$

где $N(t)$ – число радиоактивных ядер в источнике, не распавшихся к моменту времени t ;
 N_0 – число радиоактивных ядер в источнике в начальный момент времени t_0 ;
 e – экспонента ($e^{-x} = \exp(-x)$);
 λ – постоянная распада.

Период полураспада ($T_{1/2}$) – время, в течение которого число ядер радионуклида в результате радиоактивного распада уменьшается в два раза. Период полураспада рассчитывается по формуле

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda}. \quad (28)$$

Среднее время жизни радиоактивного ядра (τ) и постоянная распада (λ) связаны соотношением

$$\tau = \frac{1}{\lambda}. \quad (29)$$

Число радиоактивных атомов (N) и масса радионуклида (m) связаны следующим соотношением:

$$N = \frac{m \cdot N_A}{M}, \quad (30)$$

где N_A – постоянная Авогадро ($N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹);
 M – массовое число изотопа (молярная масса).

Критериями источника ионизирующего излучения являются его активность, период полураспада и энергия излучения (приложение Б).

Активность источника (A) определяется числом распадов, происходящих в нем за единицу времени, по формуле

$$A = \lambda \cdot N. \quad (31)$$

Основной закон радиоактивного распада определяет, что активность радионуклида $A(t)$, как и число радиоактивных атомов $N(t)$, уменьшается во времени t по экспоненциальному закону следующим образом:

$$A(t) = A_0 \cdot e^{-\lambda t}. \quad (32)$$

Единица активности *беккерель* (Бк) – активность такого количества радионуклида, в котором за 1 секунду происходит один распад: $1 \text{ Бк} = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ Ки}$ (кюри), $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

Отношение активности источника (A) к площади его поверхности (S) называется *поверхностной активностью источника* (A_S), которая рассчитывается по формуле

$$A_S = \frac{A}{S} \text{ Бк/м}^2. \quad (33)$$

Удельная (массовая) активность ($A_{y\partial}$) – отношение активности радиоактивного источника к его массе, определяемое по следующей формуле:

$$A_{y\partial} = \frac{A}{m} \text{ Бк/кг}. \quad (34)$$

Объемная активность (A_V) – отношение активности источника к его объему. Рассчитывается по следующей формуле:

$$A_V = \frac{A}{V} \text{ Бк/м}^3. \quad (35)$$

Ионизирующими называют излучения, которые способны прямо или косвенно ионизировать среду, т. е. создавать в ней заряженные частицы – *ионы*. Такими свойствами обладают альфа- и бета-частицы, потоки нейтронов и протонов, а также гамма- и рентгеновские электромагнитные излучения (фотонные излучения).

Альфа-частицы обладают большой ионизирующей и незначительной проникающей способностью. Они не могут проникать ни через одежду человека, ни через кожный эпителий. Находясь вне организма (внешнее облучение), они не представляют серьезной опасности для людей. Однако при попадании альфа-активного источника внутрь организма, например, радона, радия, урана, плутония и т. п., с воздухом или пищей (внутреннее облучение), альфа-частицы становятся наиболее опасными для человека.

Бета-частицы обладают ионизирующей способностью в сто раз меньше, чем альфа-частицы, небольшой проникающей способностью, величина которой зависит от энергии излучения. Задерживаются бета-частицы одеждой, а при попадании на открытые участки тела человека они могут вызывать его пигментацию, ожоги. Опасность для человека представляют источники бета-излучения при внутреннем и внешнем облучении.

Гамма-излучения обладают высокой проникающей способностью через вещество. Высокая проникающая способность гамма-излучения делает его одинаково опасным как при внешнем, так и при внутреннем облучении. Критерии ионизирующих излучений приведены в приложении Б.

Естественными источниками ионизирующих излучений являются космические лучи и радионуклиды земного происхождения. Распад урана и тория сопровождается образованием радиоактивного газа радона, который из горных пород постоянно поступает в атмосферу и гидросферу, присутствует в небольших концентрациях повсеместно. Именно радон со своими дочерними продуктами радиоактивного распада формирует примерно $\frac{3}{4}$ энергии, передаваемой ионизирующими излучениями за год человеку.

Все перечисленные выше источники ионизирующих излучений формируют естественный радиационный фон.

Искусственными источниками ионизирующих излучений, вносящими наибольший вклад в формирование фонового ионизирующего излучения, являются радиоактивные осадки от ядерных взрывов, выбросы атомных электростанций, предприятия по переработке и обогащению ядерного топлива, сжиганию тепла и др. Определенному облучению люди подвергаются также при медицинских процедурах, изотопной, рентгеновской диагностике, радиационной терапии и др.

Количественной характеристикой воздействия ионизирующего излучения на облучаемый объект является *доза*. Ее размеры зависят от четырех факторов: энергии излучения, продолжительности действия

излучения, расстояния от источника излучения до объекта, защитных мероприятий.

Поглощенная доза (D) – это энергия ионизирующего излучения (E), поглощенная единицей массы (m) облучаемого вещества. Рассчитывается по следующей формуле:

$$D = \frac{E}{m}. \quad (36)$$

Поглощенная доза измеряется в греях (Гр). Грей – поглощенная доза излучения, при которой в 1 кг облучаемого вещества поглощается энергия 1 Дж (1 Гр = 1 Дж/кг). Внесистемной единицей поглощенной дозы является рад: 1 Гр = 100 рад.

Эквивалентная доза (H) – это количественная мера опасности ионизирующих излучений для живых организмов, учитывающая вид излучения, от которого она получена.

Эквивалентная доза определяется по формуле

$$H = W_R \cdot D, \quad (37)$$

где W_R – взвешивающий коэффициент, характеризующий тип излучения (для γ -излучения и электронов любых энергий, т. е. для β -излучения этот коэффициент равен 1, для α -частиц (тяжелых ядер) – 20, для нейтронов – 10, для протонов – 5).

Единица измерения эквивалентной дозы в системе измерений (СИ) – зиверт (Зв).

Внесистемная единица эквивалентной дозы – бэр (биологический эквивалент рада): 1 бэр = 0,01 Зв, 1 Зв = 100 бэр.

После того как радиоактивное вещество попало в организм, для анализа последствий его воздействия следует учитывать эффективный период полувыведения ($T_{эф}$), который зависит от периода полураспада и биологического периода полувыведения, а также от органа или ткани, накапливающих радионуклиды. Вследствие радиоактивного и минерального обмена происходит уменьшение концентрации радионуклидов в организме при однократном и накопление при хроническом поступлении:

$$T_{эф} = \frac{T_{1/2} \cdot T_b}{T_{1/2} + T_b}, \quad (38)$$

где $T_{1/2}$ – период полураспада радионуклида;

T_0 – период биологического полувыведения радионуклида из организма в процессе минерального обмена (приложение Б).

Эквивалентная доза (H) внутреннего облучения критического органа взрослого условного человека при равновесном содержании радионуклидов одного вида рассчитывается по формуле

$$H = \frac{A_0 \cdot E_{\text{эф}} \cdot t}{m}; \quad (39)$$

где H – эквивалентная доза, Зв;

A_0 – равновесная активность радиоактивного вещества в критическом органе, Бк;

$E_{\text{эф}}$ – эффективная энергия, Дж/распад (энергия, передаваемая облучаемому органу в каждом акте распада радионуклида);

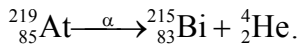
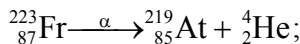
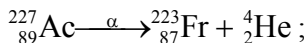
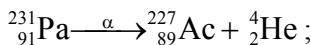
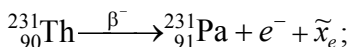
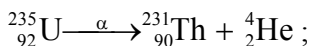
t – время облучения, с;

m – масса критического органа, кг.

Задание 16. Решение задач

Задача 1. Укажите, в изотоп какого элемента превращается уран ${}_{92}^{235}\text{U}$ после α -распада, затем β^- -распада и последовательных четырех α -распадов. Определите количество протонов, нейтронов, энергию связи в получившемся изотопе, если масса ядра $m_{\text{я}} = 215,121 \cdot 10^{-27}$ кг (приложение А).

Решение. Используем формулы α -распада (21) и β^- -распада (22–24):



В результате шести внутриядерных превращений образовался изотоп висмута (Bi). В изотопе ${}_{83}^{215}\text{Bi}$ 83 протона, 132 нейтрона ($215 - 83 = 132$).

Энергия связи определяется с помощью формул 25–26.

$$\begin{aligned}\Delta m &= 83 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} + 132 \cdot 1,6749 \cdot 10^{-27} - 215,121 \cdot 10^{-27} = \\ &= 144,7916 \cdot 10^{-27} \text{ кг};\end{aligned}$$

$$\Delta E_{\text{св}} = 144,7916 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 13 \cdot 10^{-9} \text{ Дж} = 13 \text{ нДж}.$$

Задача 2. Активность кобальта-60 составляет 10^9 Бк. Рассчитайте число радиоактивных атомов этого элемента через 5 лет, если период его полураспада составляет 5,27 года.

Решение. Определим постоянную распада кобальта-60 и его активность через 5 лет. Используя формулы (27) и (28), получим следующие результаты:

$$\lambda = \frac{0,693}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{5,27} = 0,132 \text{ лет}^{-1};$$

$$A = 10^9 \cdot e^{-0,132 \cdot 5} = 10^9 \cdot e^{-0,66} = 0,52 \cdot 10^9 \text{ Бк}.$$

Переведем $T_{1/2}$ кобальта-60 из лет в секунды (единицы СИ). Исходя из полученной активности радионуклида с помощью формулы (27), рассчитаем число радиоактивных атомов:

$$N = \frac{A}{\lambda} = \frac{A \cdot T_{1/2}}{0,693} = \frac{0,52 \cdot 10^9 \cdot 5,27 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{0,693} = 1,24 \cdot 10^{17} \text{ атомов}.$$

Задача 3. Определите активность 10^{-3} г радия-226, если его период полураспада $T_{1/2} = 1\,600$ лет, а молярная масса $M = 226$ г/моль.

Решение. Используем формулу (30) для определения связи активности A радионуклида с его массой (m).

Выразим число радиоактивных атомов N в формуле (31) и подставим в формулу (30) вместо левой части: $N = \frac{A}{\lambda}$.

Тогда получим следующую формулу:

$$\frac{A}{\lambda} = \frac{m \cdot N_A}{M}. \quad (40)$$

Из формулы (28) выразим постоянную распада λ через период полураспада $T_{1/2}$ и подставим в формулу (40). В итоге активность A радия-226 определим следующим образом:

$$A = \frac{m \cdot N_A \cdot 0,693}{M \cdot T_{1/2}}$$

Переведем $T_{1/2}$ из лет в секунды, рассчитаем величину A :

$$A = \frac{m \cdot N_A \cdot 0,693}{M \cdot T_{1/2}} = \frac{0,001 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 0,693}{1\,600 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \cdot 226} = 3,66 \cdot 10^7 \text{ Бк.}$$

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Определите, сколько протонов и нейтронов содержат следующие изотопы: $^{88}_{38}\text{Sr}$; $^{89}_{38}\text{Sr}$; $^{90}_{38}\text{Sr}$; $^{133}_{55}\text{Cs}$; $^{134}_{55}\text{Cs}$; $^{137}_{55}\text{Cs}$; $^{235}_{92}\text{U}$; $^{238}_{92}\text{U}$; $^{239}_{94}\text{Pu}$; $^{241}_{94}\text{Pu}$; $^{131}_{53}\text{I}$; $^{126}_{53}\text{I}$.

Задача 2. Укажите, в изотоп какого элемента превращается $^{239}_{94}\text{Pu}$ после последовательных α - и β^- -распада.

Задача 3. Определите, ядро какого элемента образуется после двух последовательных β^- -превращений $^{137}_{55}\text{Cs}$.

Задача 4. Укажите, в изотоп какого элемента превращается $^{222}_{86}\text{Rn}$, испытавший последовательно два α - и два β^- -распада.

Задача 5. Рассчитайте энергию связи следующих изотопов: $^{90}_{38}\text{Sr}$; $^{137}_{55}\text{Cs}$; $^{238}_{92}\text{U}$; $^{239}_{94}\text{Pu}$. Масса ядер изотопов: $m_{\text{я}(\text{Sr})} = 88,856 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{\text{я}(\text{Cs})} = 134,692 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{\text{я}(\text{U})} = 235,2854 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{\text{я}(\text{Pu})} = 236,473 \cdot 10^{-27}$ кг.

Задача 6. Определите, какое количество атомов йода-131 распадается за сутки из 2 млн атомов, если период его полураспада составляет 8,04 суток.

Задача 7. Найдите число распадов за 2 года в 5 г стронция-90, если период его полураспада составляет 29,1 года.

Задача 8. Найдите массу цезия-137, активность которого равна 3 Ки, а период полураспада составляет 30 лет.

Задача 9. Определите, через какое количество времени распадается 75% первоначального количества атомов плутония-239, если период его полураспада составляет 24 390 лет.

Задача 10. Рассчитайте, что больше: среднее время жизни радиоактивного ядра τ или период его полураспада $T_{1/2}$. Определите, во сколько раз.

Задача 11. Найдите период полураспада радиоактивного вещества, если его активность уменьшается в 3 раза за 8 суток.

Задание 17. Оценка радиационной обстановки после аварии на атомной электростанции

После аварии на Чернобыльской атомной электростанции в населенном пункте площадью S (км^2) поверхностная активность по цезию-137 на май 1986 г. составила A_{so} ($\text{Ки}/\text{км}^2$).

Исходные данные для выполнения задания студент выбирает из таблицы 18 в соответствии с предложенным вариантом.

Таблица 18 – Исходные данные для выполнения задания

Вариант	$S, \text{км}^2$	$A_{so}, \text{Ки}/\text{км}^2$	$A_0 \cdot 10^4 \text{ Бк}$
1-й	5	1	0,5
2-й	10	5	2,2
3-й	15	10	4,0
4-й	20	15	6,0
5-й	25	20	7,5
6-й	30	25	8,0
7-й	35	30	8,2
8-й	40	35	8,6
9-й	45	40	10
10-й	50	1	0,5
11-й	5	5	2,2
12-й	10	10	4,0
13-й	15	15	6,0

Окончание таблицы 18

Вариант	$S, \text{ км}^2$	$A_{so}, \text{ Ки/км}^2$	$A_o \cdot 10^4 \text{ Бк}$
14-й	20	20	7,5
15-й	25	25	8,0
16-й	30	30	8,2
17-й	35	35	8,6
18-й	40	40	10
19-й	45	1	0,5
20-й	50	5	2,2

Примечание – A_{so} – поверхностная активность цезия-137 (на время аварии); A_o – равновесная активность цезия-137 в организме человека.

Изучив методические рекомендации по выполнению задания, необходимо определить следующее:

- поверхностную активность почвы (A_s) на год выполнения задания;
- массу радионуклида, дающую поверхностную активность почвы;
- время, необходимое для спада поверхностной активности до безопасного уровня;
- ожидаемую годовую эквивалентную дозу за счет внешнего облучения;
- мощность эквивалентной дозы;
- ожидаемую годовую эквивалентную дозу за счет внутреннего облучения;
- индивидуальную суммарную дозу, полученную жителем в течение года за счет внутреннего и внешнего облучения.

Сделайте выводы о состоянии радиационной обстановки на данной территории и изложите свои предложения по повышению безопасности проживания.

Методические указания по выполнению задания

Для выполнения задания рекомендуется изучить теоретический материал по теме, при расчетах использовать следующие параметры радиоактивного цезия-137:

- период полураспада $T_{1/2} = 30,17$ лет;
- период самоочищения поверхностного слоя почвы $T_e = 17,325$ лет;

– эффективная энергия, выделяемая при одном акте распада ядра радионуклида $E_{эф} = 0,94 \cdot 10^{-13}$ Дж/распад.

Произведите расчеты следующих показателей:

– Поверхностная активность почвы на год выполнения задания определяется по формуле

$$A_s = A_{so} \cdot e^{-0,693t : T_{1/2}}, \quad (41)$$

где A_{so} – поверхностная активность, Бк/м² ($1 \text{ Ки/км}^2 = 3,7 \cdot 10^4 \text{ Бк/м}^2$);
 e^{-x} – экспонента, показывающая процесс уменьшения количества атомов радионуклида к моменту времени t ;
 t – время в годах, прошедшее после катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции (на год выполнения задания).

– Эффективный период полувыведения ($T_{эф}$) рассчитывается по формуле 38.

– Масса радионуклида (m), выпавшего на площади S с поверхностной активностью A_s , определяется по формуле

$$m = \frac{1,44 \cdot M \cdot T_{1/2} \cdot A_s \cdot S}{N_A}, \quad (42)$$

где M – атомная масса цезия, кг/моль;

$T_{1/2}$ – период полураспада, с;

A_s – поверхностная активность, Бк/км² ($1 \text{ Ки/км}^2 = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк/км}^2$);

S – площадь населенного пункта, км²;

N_A – число Авогадро ($N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$).

– Время (t), необходимое для спада поверхностной активности с A_{so} до безопасной, равной $0,2 \text{ Ки/км}^2$, рассчитывается по следующей формуле:

$$t = T_{1/2} \cdot 1,44 \cdot \ln \left(\frac{A_{so}}{0,2} \right), \quad (43)$$

где $T_{1/2}$ – период полураспада, лет;

A_{so} – поверхностная активность, Ки/км²;

\ln – натуральный логарифм от $\frac{A_{so}}{0,2}$.

• – Мощность эквивалентной дозы от гамма-излучения на местности (\dot{H}) рассчитывается по формуле

$$\dot{H} = B_{sy} \cdot A_s, \quad (44)$$

где B_{sy} – дозовый (переводной) коэффициент, который равен $2,91 \cdot 10^{-16} \text{Зв} \cdot \text{м}^2 : (\text{с} \cdot \text{Бк})$;
 A_s – поверхностная активность, Бк/м².

– Ожидаемая годовая доза (H_1), полученная жителем за счет внешнего облучения, определяется по формуле

$$H_1 = \dot{H} \cdot t, \quad (45)$$

где \dot{H} – мощность эквивалентной дозы, Зв/с;
 t – время облучения, с.

– Ожидаемая годовая индивидуальная эквивалентная доза (H_2), полученная жителем за счет внутреннего облучения, рассчитывается по следующей формуле:

$$H_2 = \frac{A_o \cdot E_{эф} \cdot t}{m}, \quad (46)$$

где A_o – равновесная активность, Бк (согласно варианту, представленному в таблице 18);
 $E_{эф}$ – эффективная энергия, передаваемая организму при каждом акте распада поступившего в организм радионуклида, Дж/распад;
 t – время облучения организма человека, с;
 m – масса человека.

По формуле 46 можно сделать вывод, что снизить эквивалентную дозу возможно за счет уменьшения поступления радионуклидов и сокращения продолжительности нахождения их в организме человека. Достигнуть этого возможно за счет употребления нормативно чистых продуктов питания и воды, соблюдения специальных технологий приготовления пищи, личной и общественной гигиены, радиационного контроля продуктов питания и др. Сократить продолжительность нахождения радионуклидов в организме можно при помощи приме-

нения медицинских препаратов, способствующих их ускоренному выведению из организма, употребления пищи, богатой клетчаткой, белками и витаминами (приложения В–Е).

Снижению эквивалентной дозы способствуют проведение мероприятий по обеспечению радиационной безопасности инженерно-технического, организационного, медицинского, воспитательного и образовательного характера, в основу которых заложены принципы радиационной безопасности и требования нормативных правовых актов Республики Беларусь.

– Суммарная годовая доза облучения ($H_{\text{сум}}$), полученная жителем за счет внешнего и внутреннего облучения, рассчитывается по формуле

$$H_{\text{сум}} = H_1 + H_2. \quad (47)$$

После выполнения расчетов сделайте выводы о радиационной обстановке и разработайте рекомендации по повышению безопасности проживания населения на данной территории. Дозовый предел не должен превышать $1 \cdot 10^{-3}$ Зв в год.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте определение понятия «изотоп», приведите примеры стабильных и радиоактивных изотопов.
2. Назовите виды внутриядерных превращений.
3. Дайте характеристику альфа-распада.
4. Дайте характеристику бета-распада.
5. Дайте определение понятия «период полураспада».
6. Дайте определение понятия «активность радионуклида».
7. Какой величиной характеризуется уровень поражения человека ионизирующими излучениями?
8. Дайте определение поглощенной дозы. Каковы единицы ее измерения и порядок расчета?
9. Дайте определение эквивалентной дозы. Каковы единицы ее измерения и порядок расчета?
10. Дайте определение эффективной дозы. Каковы единицы ее измерения и порядок расчета?

Работа 9. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

9.1. Определение параметров и оценка обстановки в зоне наводнения

Цель работы: изучить основные причины и классификацию наводнений, освоить методику расчета параметров наводнения и причиненный экономический ущерб, правила поведения и действия населения.

Краткие теоретические сведения

Наводнением называют временное затопление водой прилегающей к водоему местности, которое причиняет материальный урон, наносит вред здоровью населения и приводит к гибели людей.

Повышение уровня воды в водоеме происходит по следующим причинам:

- сезонное таяние снежного покрова;
- таяние ледников и снежного покрова в горах;
- интенсивные дожди;
- заторы (скопление льда в русле реки) и зажоры (скопления внутриводного, рыхлого губчатого и мелкобитого льда, шуги, образующие ледяную пробку в начале зимы);
- ветровые нагоны воды;
- разрушение плотин и других гидротехнических сооружений.

Наводнение – опасное стихийное бедствие, наносящее большой материальный ущерб экономике и населению, сопровождающееся травмами и смертью людей, гибелью сельскохозяйственных животных и растений, наносящее урон природной среде. По повторяемости, площади распространения и суммарному среднегодовому материальному ущербу наводнения занимают первое место среди стихийных бедствий в мире, а по числу пострадавших людей наводнения занимают второе место после землетрясений.

Характер поражения населения, сельскохозяйственных животных, ущерб объектов экономики, объемы аварийно-спасательных работ зависят от типа и масштаба наводнения, интенсивности его развития, параметров поражающих факторов, своевременности предупреждения населения об опасности, принятия необходимых мер по его защите, уровня подготовки объектов, территорий и всего населения к защите от данной чрезвычайной ситуации.

По масштабам распространения наводнения делят на четыре класса:
– Низкие (малые) наводнения охватывают небольшие прибрежные территории, затапливая менее 10% сельскохозяйственных угодий, расположенных в низинных местах. Они повторяются часто (1 раз в 5–10 лет).

– Высокие наводнения. Затапливаются довольно значительные участки речных долин. При этом под водой оказываются 10–15% сельскохозяйственных угодий. Происходят 1 раз в 20–25 лет. Здесь появляется угроза жизни людей, что обуславливает необходимость частичной эвакуации.

– Выдающиеся наводнения охватывают целые речные бассейны, заливая 50–70% земель и ряд населенных пунктов. Возникает необходимость эвакуации значительной части населения. Повторяются через 50–100 лет.

– Катастрофические наводнения. Затапливается свыше 70% территории и большое количество населенных пунктов, объектов экономики, коммуникаций. Повторяются 1 раз в 100–200 лет. Эти наводнения приводят к большим потерям среди населения.

На затопляемой территории выделяют четыре зоны катастрофического затопления (ЗКЗ):

– Первая ЗКЗ примыкает непосредственно к гидросооружению или началу природного явления, которая простирается на 6–12 км, высота волны может достигать нескольких метров. Волна характеризуется бурным потоком воды со скоростью течения 30 км/ч и более. Время прохождения волны – 30 мин.

– Вторая ЗКЗ – зона быстрого течения (15–20 км/ч). Протяженность этой зоны может быть 15–25 км. Время прохождения волны – 50–60 мин.

– Третья ЗКЗ – зона среднего течения со скоростью 10–15 км/ч и протяженностью до 30–50 км. Время прохождения волны – 2–3 ч.

– Четвертая ЗКЗ – зона слабого течения (разлива). Скорость течения может достигать 6–10 км/ч. Ее протяженность будет зависеть от рельефа местности и может составить 36–70 км от гидросооружения или места начала природного явления.

Задание 18. Оценка сложившейся обстановки в результате наводнения

В результате прорыва плотины 20 августа 2021 г. в 10 ч произошло наводнение, вследствие которого был подтоплен ряд населенных

пунктов, сельскохозяйственных угодий, повреждены здания, пострадало население.

При помощи метода расчета определите параметры наводнения, экономический ущерб и оцените сложившуюся обстановку. Сделайте выводы и определите действия для проведения защитных мероприятий населения и территорий от наводнения. Исходные данные для определения параметров и последствий наводнения приведены в таблице 19.

Таблица 19 – **Варианты задания по определению параметров и последствий наводнения**

Параметры наводнения	Варианты									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Ширина прорана плотины (B), м	20	30	40	50	70	100	10	15	25	35
Глубина воды перед плотинной (H), м	5	10	15	25	35	50	5	10	15	20
Скорость движения воды (V), м/с	25	20	15	10	6	5	10	20	30	5
Объем водохранилища (W), млн м ³	20	50	70	90	100	120	120	110	100	90
Территория, охваченная наводнением	Прибрежные участки	Большие участки	Целый речной бассейн	10–15% сельскохозяйственных угодий	Свыше 70% территории района	50–70% земель и ряд населенных пунктов	Прибрежные участки	Большие участки речной долины	Целый речной бассейн	10–15% сельскохозяйственных угодий

Продолжение таблицы 19

Параметры наводнения	Варианты									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Населенный пункт удален от плотины (R), км	10	20	40	60	80	150	10	15	20	25
Подготовлено домов, всего	6	8	10	12	14	20	6	6	7	8
Из них непригодны к жилью	3	5	6	7	8	12	2	4	3	2
Процент износа домов на момент затопления	30	20	15	25	30	18	10	15	20	25
Количество выведенного из строя оборудования на предприятиях	2	3	4	5	6	8	2	2	3	3
Процент износа оборудования	15	20	30	15	20	30	15	30	20	50
Первоначальная стоимость единицы оборудования, млн р.	60	70	80	50	60	100	20	30	15	20

Продолжение таблицы 19

Параметры наводнения	Варианты									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Количество выведенных из строя тепловых сетей, км	1	1,5	2	2,5	3	3,5	2	3	4	2
Первоначальная стоимость 1 км тепловых сетей, млн р.	10	10	11	10	12	11	15	10	10	20
Процент износа тепловых сетей	15	17	20	22	18	25	10	15	20	25
Стоимость затрат на ведение аварийно-спасательных работ, млн р.	150	200	250	300	140	200	150	200	250	300
Количество выведенных из строя водопроводных сетей, км	1	2	4	5	6	10	1	2	3	1
Стоимость 1 км водопроводных сетей, млн р.	10	20	40	20	15	20	10	10	10	20

Окончание таблицы 19

Параметры наводнения	Варианты									
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Израсходовано страховых фондов на возмещение ущерба, млн р.	80	100	120	180	240	400	100	120	150	200
Штрафные санкции, млн р.	200	400	600	100	120	800	200	250	300	100

Методические указания по выполнению задания

Для определения параметров наводнения необходимо рассчитать следующие показатели:

– Время подхода воды к населенному пункту ($t_{под}$) определяется по формуле

$$t_{под} = \frac{R}{V}, \quad (48)$$

где R – расстояние от населенного пункта до плотины;

V – скорость движения воды (выбирается вариант из таблицы 19).

– Для расчета высоты волны в районе населенного пункта необходимо использовать данные таблицы 20 (согласно заданному варианту), где H – глубина воды перед плотиной, м; T – время очистки водохранилища, ч.

Таблица 20 – Высота волны и продолжительность ее прохождения

Параметры наводнения	Расстояние до плотины, км											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	80	150
Высота волны (h), м	0,22 · Н	0,21 · Н	0,2 · Н	0,18 · Н	0,17 · Н	0,16 · Н	0,15 · Н	0,1 · Н	0,11 · Н	0,07 · Н	0,06 · Н	0,05 · Н
Продолжительность прохождения волны, ч	0,8 · Т	1 · Т	1,7 · Т	2 · Т	2,3 · Т	2,5 · Т	2,6 · Т	3 · Т	3,5 · Т	4 · Т	4,3 · Т	5 · Т

– Время очистки водохранилища (T), измеряемого в часах, исчисляется по формуле

$$T = \frac{W}{N \cdot B \cdot 3600}, \quad (49)$$

где W – объем водохранилища, млн m^3 (согласно варианту таблицы 19);
 N – максимальный расход воды на 1 м ширины прорана, m^3/c (выбирается вариант из таблицы 21);
 B – ширина прорана, м (выбирается вариант из таблицы 19).

Таблица 21 – Максимальный расход воды на 1 м ширины прорана (N), m^3/c

Глубина воды перед плотинной, м	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
N max, m^3/c	10	30	80	100	125	200	240	280	300	350

Проран – разлом в плотине (место прорыва воды).

– Продолжительность прохождения воды через населенный пункт ($t_{n.n.в.}$) определяется по формуле

$$t_{n.n.в.} = K \cdot T, \quad (50)$$

где K – коэффициент (согласно формуле в таблице 20);

T – время очистки водохранилища, ч.

– Время стояния воды в населенном пункте ($t_{c.в.}$) определяется по формуле

$$t_{c.в.} = t_{под} + t_{п.п.в.}, \quad (51)$$

где $t_{п.п.в.}$ – продолжительность прохождения воды через населенный пункт, ч.

– Для определения нанесенного наводнением экономического ущерба в населенном пункте необходимо использовать следующую формулу общего экономического ущерба, который складывается из прямого и косвенного:

$$Y_{общ} = Y_{прям} + Y_{косв}, \quad (52)$$

где $Y_{общ}$ – общий экономический ущерб;
 $Y_{прям}$ – прямой экономический ущерб;
 $Y_{косв}$ – косвенный экономический ущерб.

Прямой ущерб складывается из прямой стоимости потерянных зданий и оборудования с учетом их амортизации и определяется по формуле

$$Y_{прям} = (C_{зданий} + C_{оборуд} + C_{э.с}) - C_{а.о}, \quad (53)$$

где $C_{зданий}$ – стоимость потерянных зданий, млн р. (во всех вариантах таблицы 19 стоимость одного здания принимается 1 000 млн р.);
 $C_{оборуд}$ – стоимость потерянного оборудования, млн р.;
 $C_{э.с}$ – стоимость энергетических сетей, млн р.;
 $C_{а.о}$ – амортизационные отчисления в связи с износом зданий и оборудования, млн р.

Косвенный ущерб ($Y_{косв}$) складывается из суммы затрат на замену водопроводных труб ($C_{зам. вод. труб}$), труб теплосетей ($C_{воз. теплосеть}$), затрат на ликвидацию последствий наводнения ($C_{лик. посл.}$), расходов из страховых фондов ($C_{изр. страх. фонд.}$) и штрафных санкций ($C_{штраф. санкц.}$):

$$U_{\text{косв}} = C_{\text{зам. вод. труб}} + C_{\text{воз. теплосеть}} + C_{\text{лик. посл.}} + C_{\text{изр. страх. фонд.}} + C_{\text{штраф. санкц.}} \quad (54)$$

где C – стоимость прямых и косвенных потерь, млн р.

– Оцените сложившуюся ситуацию и напишите выводы (образец оформления приводится ниже). Для этого необходимо определить класс, зону наводнения и последствия.

*Образец оформления результатов оценки обстановки
в зоне наводнения*

В результате прорыва плотины в районе населенного пункта следует ожидать подход большой воды через ... ч. Высота волны может достигнуть ... м. Вода к району населенного пункта подойдет за ... ч ($t_{\text{под}}$), продолжительность прохождения воды ($t_{\text{п.п.в.}}$) составляет ... ч. Согласно расчетам, можно сделать вывод, что наводнение является ... (низким, высоким, выдающимся, катастрофическим). Оно характеризуется быстрым течением воды со скоростью ... км/ч, протяженность зоны наводнения составляет ... км, что значительным образом затрудняет проведение спасательных работ. Под водой оказалось ... % сельскохозяйственных угодий, возникла угроза для жизни людей, требуется частичная (полная) эвакуация населения из наиболее опасного района. Экономический ущерб составил ... млн р.

К проведению спасательных работ необходимо подготовить плавсредства, средства для эвакуации пострадавших, спасательные команды, медицинские учреждения и санитарные дружины, пункты сбора пострадавших для оказания им медицинской помощи, предусмотреть оказание первой медицинской помощи непосредственно в зоне затопления и специальной медицинской помощи на прилегающей к зоне затопления территории (в лечебных учреждениях).

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте краткую характеристику основных природных явлений, характерных для Республики Беларусь.
2. Назовите причины возникновения и критерии наводнения.
3. На какие классы делят наводнения по масштабам распространения?
4. Назовите составляющие прямого и косвенного экономического ущерба от наводнения.

5. Какие мероприятия необходимо провести для проведения аварийно-спасательных работ?

9.2. Оценка химической обстановки в зоне заражения аварийными химическими отравляющими веществами

Цель работы: изучить методику прогнозирования и оценки обстановки при чрезвычайных ситуациях на химически опасных объектах, освоить методику расчета параметров зоны химического заражения, правила поведения и действия населения.

Краткие теоретические сведения

Оценка возможной чрезвычайной обстановки органами управления Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций проводится на основании прогноза. Целью оценки является получение необходимых исходных данных для принятия обоснованного решения на организацию и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ, защитных мероприятий.

Оценка химической обстановки включает в себя следующие этапы:

- определение границ зоны химического заражения и очагов химического поражения;
- определение характера химического заражения, влияния обстановки на работу предприятия, работников и население;
- оценка возможных материальных потерь и потерь среди населения;
- оценка влияния заражения на жизнедеятельность населения.

При разрушении хранилищ, складов, емкостей хранения, технологических емкостей, трубопроводов на химически опасных объектах в атмосферу попадают аварийные химические отравляющие вещества (АХОВ) с последующим образованием очага химического поражения.

Очаг химического поражения характеризуется масштабом и характером. К масштабам очага химического поражения относятся его глубина, ширина, площадь. Масштабы химического очага зависят от количества выброшенного АХОВ; характера разлива (свободно, в поддон, в обваловку); метеорологических условий; физико-химических свойств АХОВ; рельефа местности; застройки и лесистости местности на пути распространения АХОВ; вертикальной устойчивости атмосферы.

Различают три состояния вертикальной устойчивости атмосферы – инверсию, конвекцию, изотермию.

Инверсия – устойчивое состояние (поражающий эффект от загрязнителя максимальный). Возникает в следующих случаях: температура почвы ниже температуры воздуха; нижние слои воздуха холоднее верхних; восходящие потоки воздуха отсутствуют.

Конвекция – неустойчивое состояние. Возникает в случаях, когда нижние слои воздуха теплее верхних; температура почвы выше температуры воздуха; восходящие потоки воздуха сильно развиты; происходит интенсивное разбавление загрязнителя.

Изотермия – промежуточное состояние. Возникает в следующих случаях: температуры воздуха и почвы приблизительно равны; происходит более медленное, чем при конвекции, распространение зараженного воздуха.

Характер химического заражения определяется токсодозой (количественной мерой токсичности АХОВ). Внутри зоны химического заражения образуются очаги химического поражения. Внешняя граница очага химического поражения определяется пороговой токсодозой. Внутри очага образуются опасная и чрезвычайно опасная токсодозы.

Образуется очаг химического поражения первичным и вторичным облаком АХОВ. Первичное облако образуется в момент выброса АХОВ (1–3 мин), вторичное – в результате испарения разлившегося АХОВ. Время прохождения первичного облака определяется скоростью ветра и состоянием атмосферы (инверсия, изотермия, конвекция), а вторичного облака – летучестью, стойкостью, временем испарения АХОВ.

Основные способы защиты населения в очаге химического поражения следующие: оповещение населения о химической опасности; эвакуация за пределы зоны химического поражения в направлении, перпендикулярном движению воздушных масс; применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и кожи; укрытие населения в защитных сооружениях, оборудованных фильтровентиляционной системой, обеспечивающей полную изоляцию от внешней среды.

Задание 19. Оценка химической обстановки в зоне заражения аварийными химическими отравляющими веществами

На химически опасном объекте (железнодорожной станции) произошла авария с выбросом АХОВ. Рабочие и служащие средствами индивидуальной защиты не обеспечены. Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 22. Оценка обстановки выполняется в течение 1 ч после аварии.

Таблица 22 – Исходные данные для выполнения задания

Вариант	Вид аварии	Количество выброшенного АХОВ, т	Тип АХОВ	Условия разлива	Высота поддона (обваловки), м	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Время суток, облачность	Расстояние до места аварии, км
1-й	Разрушение цистерны	40	Соляная кислота	Свободно	–	Северный	2	0	Вечер, сплошная облачность	5
2-й	Разрушение емкости	1	Хлор	Свободно	–	Западный	1	20	Ночь, ясно	3
3-й	Разрушение трубопровода	5	Аммиак	Свободно	–	Северо-западный	3	–20	День, облачно	4
4-й	Разрушение емкости	10	Сероводород	В поддон	1,5	Южный	2	0	Утро, ясно	6
5-й	Разрушение емкости	100	Фосген	В поддон	2,5	Западный	1	0	День, ясно	8
6-й	Разрушение емкости	100	Фосген	Свободно	–	Западный	2	20	Вечер, сильная облачность	6
7-й	Разрушение емкости	100	Фосген	Свободно	–	Западный	3	0	День, ясно	3
8-й	Разрушение емкости	50	Аммиак	В поддон	1,5	Северо-западный	2	–20	Ночь, ясно	2
9-й	Разрушение емкости	100	Аммиак	В поддон	2	Северо-западный	1	20	Ночь, ясно	5

Продолжение таблицы 22

Вариант	Вид аварии	Количество выброшенного АХОВ, т	Тип АХОВ	Условия разлива	Высота поддона (обваловки), м	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Время суток, облачность	Расстояние до места аварии, км
10-й	Разрушение емкости	500	Аммиак	В поддон	3	Северозападный	2	0	Ночь, ясно	5
11-й	Разрушение емкости	1 000	Аммиак	Свободно	–	Западный	1	20	Вечер, ясно	10
12-й	Разрушение емкости	3 000	Аммиак	В обваловку	5	Западный	3	20	Вечер, ясно	10
13-й	Разрушение емкости	5	Хлор	Свободно	–	Юго-восточный	2	0	Утро, сплошная облачность	3
14-й	Разрушение емкости	50	Аммиак	В поддон	1,5	Северозападный	1	–20	День, ясно	1
15-й	Разрушение емкости	50	Аммиак	В поддон	1,5	Западный	2	–20	День, ясно	1
16-й	Разрушение емкости	60	Соляная кислота	Свободно	–	Восточный	2	20	Ночь, ясно	3
17-й	Разрушение емкости	60	Соляная кислота	Свободно	1	Восточный	2	0	День, сильная облачность	3

Окончание таблицы 22

Вариант	Вид аварии	Количество выброшенного АХОВ, т	Тип АХОВ	Условия разлива	Высота поддона (обваловки), м	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Температура воздуха, °С	Время суток, облачность	Расстояние до места аварии, км
18-й	Разрушение трубопровода	20	Аммиак	Свободно	–	Юго-восточный	1	20	День, ясно	2
19-й	Разрушение трубопровода	20	Аммиак	Свободно	–	Юго-восточный	3	20	Вечер, ясно	2
20-й	Разрушение емкости	100	Сернистый ангидрид	В обваловку	3	Северный	2	0	Ночь, ясно	5

Изучив методические рекомендации по выполнению задания, выполните его в нижеприведенной последовательности и определите следующее:

- глубину и ширину зоны химического заражения, км;
- площадь зоны химического заражения, км²;
- время подхода зараженного облака к торговому предприятию, мин;
- продолжительность поражающего действия АХОВ, мин.

Покажите графически зону химического заражения (с учетом направления ветра), укажите на ней место объекта, произведите необходимые расчеты.

Сделайте выводы о создавшейся химической обстановке и укажите мероприятия по защите работников предприятия.

Методические указания по выполнению задания

Для выполнения задания необходимо изучить методические указания и приложения Ж–Р данного практикума. Следует учитывать, что в результате аварии выброшенное химическое вещество находится в сжиженном состоянии, следовательно, от него будут образованы первичное и вторичное облака.

1. Определяем состояние вертикальной устойчивости атмосферы по заданному времени суток, состоянию облачности и температуре воздуха (приложение Ж).

При определении глубины зоны химического заражения необходимо вначале рассчитать глубину, образованную первичным, а затем вторичным облаком. После этого определяется полная глубина зоны заражения.

Расчет глубины зоны химического заражения проводится по эквивалентному количеству химического вещества, перешедшего в первичное облако ($Q_{\text{с1}}$) и во вторичное облако ($Q_{\text{с2}}$). Полученные результаты $Q_{\text{с1}}$ и $Q_{\text{с2}}$ округляются до сотых долей.

2. Эквивалентное количество вещества, перешедшее в первичное облако ($Q_{\text{с1}}$), рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{с1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (55)$$

где K_1 – коэффициент, зависящий от условий хранения СДЯВ (приложение И);

K_3 – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (приложение И);

K_5 – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (для инверсии он принимается равным 1, изотермии – 0,23, конвекции – 0,08);

K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (приложение И);

Q_0 – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т.

3. Эквивалентное количество вещества, перешедшее во вторичное облако ($Q_{\text{с2}}$), рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{с2}} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}, \quad (56)$$

где K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств (приложение И);

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра (приложение К);

K_6 – коэффициент, учитывающий время, прошедшее после аварии (приложение Л);

h – толщина слоя разлившегося АХОВ, м;
 d – плотность АХОВ, т/м³ (приложение И).

При свободном разливе h равна 0,05 м, при разливе в поддон или в обваловку $h = (H - 0,2)$ м, где H – высота поддона или обваловки.

4. По приложению М в зависимости от эквивалентного количества АХОВ Q_{31} , Q_{32} и скорости ветра определяется глубина зоны заражения (Γ_1), образованная первичным облаком, а также глубина зоны заражения (Γ_2), образованная вторичным облаком.

Если эквивалентное количество вещества в первичном или вторичном облаке равно нулю, то глубина зоны заражения, образованная этим облаком, будет равна ноль км.

Если Q_{31} или Q_{32} меньше 0,01 т, но больше нуля, то для расчета берется значение 0,01 т с учетом скорости ветра.

В том случае, если величина Q_{31} в приложении М не приведена, то глубина зоны заражения первичным (вторичным) облаком определяется методом линейной интерполяции.

Интерполяция в математике и статистике означает отыскание промежуточных значений величины по некоторым ее значениям.

Пусть значение X принадлежит отрезку $[a; b]$, известны значения функции в граничных точках этого отрезка $f(a)$ и $f(b)$, соответственно, тогда значение $f(x)$ определяем по формуле линейной интерполяции

$$f(x) = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a} \cdot (x - a). \quad (57)$$

Пример 1. Эквивалентное количество вещества, перешедшее в первичное облако (Q_{31}), равно 0,5 т, а во вторичное (Q_{32}) – 11,8 т. Скорость ветра (V) – 5 м/с. Определите глубину зоны химического заражения от первичного Γ_1 и вторичного облака Γ_2 .

Решение. Согласно приложению М, глубина зоны заражения для $Q_{31} = 0,5$ т при скорости ветра 5 м/с составляет 1,19 км (табличное значение). Следовательно, $\Gamma_1 = 1,19$ км.

Для значения 11,8 т эквивалентного количества вещества глубина зоны заражения в приложении М не приведена, следовательно, определяется методом интерполяции. Данное значение принадлежит отрезку от 10 до 20 т. Глубина зоны для 10 т вещества составляет 5,53 км, а для 20 т – 8,19 км. Методом интерполяции находим глубину зоны заражения (Γ_2) для 11,8 т:

$$\Gamma_2 = 5,53 + \left(\frac{8,19 - 5,53}{20 - 10} \right) (11,8 - 10) = 6.$$

Следовательно, $\Gamma_2 = 6$ км.

5. Полная глубина зоны (Γ_n), образованная от первичного и вторичного облака АХОВ, определяется по формуле

$$\Gamma_n = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (58)$$

где Γ' – наибольшая глубина из двух сравниваемых глубин Γ_1 и Γ_2 ;
 Γ'' – меньшая глубина из Γ_1 и Γ_2 .

6. Ширина зоны заражения ($Ш$) – один из основных критериев при принятии решения по защите населения. Она рассчитывается по формуле

$$Ш = K_8 \cdot \Gamma_n, \quad (59)$$

где K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха (при инверсии равен 0,03, при изотермии – 0,15, при конвекции – 0,8);

Γ_n – глубина зоны заражения, км.

7. Площадь зоны заражения (S) определяется по формуле

$$S = 0,5 \cdot \Gamma_n \cdot Ш. \quad (60)$$

8. Время подхода облака СДЯВ к зараженному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

$$t_{nod} = \frac{X}{V}, \quad (61)$$

где X – расстояние от места выброса (разлива) АХОВ до заданного объекта, км;

V – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (приложение Н).

9. Продолжительность поражающего действия ($T_{но}$) определяется временем испарения выброшенного АХОВ с площади разлива и рассчитывается по формуле

$$T_{но} = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (62)$$

где h – толщина слоя АХОВ, м;

d – плотность АХОВ, т/м³;

коэффициенты K_2 , K_4 , K_7 определяются по данным приложений И и К.

10. Руководствуясь приложением П, выполните схему зоны химического заражения, учитывая направление и скорость ветра. На схему зоны химического заражения перенесите полученные данные расчетов – G_n и $Ш$. Нанесите на прямой, указывающей направление ветра, в масштабе, расстояние от места аварии X до торгового предприятия (объекта) в виде прямоугольника с обозначением торгового предприятия (ТП).

11. Напишите выводы, оценив сложившуюся химическую обстановку, примите решение по защите рабочих и служащих. Определите меры, которые необходимо предпринять на торговом предприятии с целью защиты от поражения АХОВ.

Вопросы и задания для самоконтроля

1. Дайте краткую характеристику основных техногенных чрезвычайных ситуаций, характерных для Республики Беларусь.

2. Назовите причины возникновения и критерии техногенных чрезвычайных ситуаций.

3. Перечислите и охарактеризуйте виды прогнозов чрезвычайных ситуаций.

4. От каких параметров зависят размеры зоны химического заражения?

5. Какие защитные мероприятия проводят в очаге химического заражения?

Работа 10. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Цель работы: изучить способы защиты от вредного влияния окружающей среды, средства индивидуальной защиты от чрезвычайных ситуаций; ознакомиться с порядком оказания первой доврачебной помощи.

Краткие теоретические сведения

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) – средства, которые используются работниками для защиты от вредных и опасных факторов производственного процесса, а также для защиты от загрязнения. СИЗ применяются в тех случаях, когда безопасность выполнения работ не может быть полностью обеспечена организацией производства, конструкцией оборудования, средствами коллективной защиты.

В зависимости от назначения выделяют следующее:

- изолирующие костюмы – пневмокостюмы; гидроизолирующие костюмы; скафандры;
- средства защиты органов дыхания – противогазы; респираторы; пневмошлемы; пневмомаски;
- специальная одежда – комбинезоны, полукомбинезоны; куртки; брюки; костюмы; халаты; плащи; полушубки, тулупы; фартуки; жилеты; нарукавники;
- специальная обувь – сапоги, ботфорты, полусапожки, ботинки, полуботинки, туфли, галоши, боты, бахилы;
- средства защиты рук – рукавицы, перчатки;
- средства защиты головы – каски; шлемы, подшлемники; шапки, береты, шляпы;
- средства защиты лица – защитные маски; защитные щитки;
- средства защиты органов слуха – противoshумные шлемы; наушники; вкладыши;
- средства защиты глаз – защитные очки;
- предохранительные приспособления – пояса предохранительные; диэлектрические коврики; ручные захваты; манипуляторы; наколенники, налокотники, наплечники;
- защитные дерматологические средства – моющие средства; пасты; кремы; мази.

СИЗ, предназначенные для защиты от попадания внутрь организма, на кожные покровы и одежду радиоактивных, отравляющих веществ и бактериальных средств, классифицируют следующим образом:

– по назначению:

- средства защиты органов дыхания (противогазы, респираторы, простейшие средства защиты);

- средства защиты кожи (защитная фильтрующая одежда (ЗФО), изолирующие комбинезоны, простейшие средства);

– по принципу защиты:

- фильтрующие, очищающие воздух;

- изолирующие, которые обеспечивают изоляцию от внешней среды (тогда дыхание осуществляется за счет регенерации выдыхаемого воздуха); защищают от радиоактивных веществ (РВ), отравляющих веществ (ОВ), бактериальных средств (БС), АХОВ в любых концентрациях;

– по способу изготовления:

- изготовленные промышленностью (табельные средства);

- простейшие (подручные) СИЗ.

Первая доврачебная помощь – это комплекс мероприятий, направленных на восстановление или сохранение жизни и здоровья пострадавшего, осуществляемых немедицинскими работниками (взаимопомощь) или самим пострадавшим (самопомощь).

Важнейшим в оказании первой помощи является ее экстренность: чем быстрее она оказана, тем ниже тяжесть последствий и вероятность летального исхода. Поэтому такую помощь своевременно может и должен оказать тот, кто находится рядом с пострадавшим.

Основными условиями успеха при оказании первой доврачебной помощи пострадавшим в процессе чрезвычайных ситуаций являются спокойствие, находчивость, быстрота действий, знание и умение оказывать помощь. Эти качества воспитываются и могут быть выработаны в процессе специальной подготовки, которая должна проводиться наряду с профессиональным обучением, так как одного знания настоящих правил оказания первой помощи недостаточно.

Оказывающий помощь должен знать основные признаки нарушения жизненно важных функций организма человека; общие принципы оказания первой помощи и ее приемы применительно к характеру полученного пострадавшим повреждения; основные способы переноски и эвакуации пострадавших. Первая помощь пострадавшему оказывается в несколько последовательных этапов:

– Оценка обстановки и незамедлительное прекращение действия повреждающего фактора (электрического тока, температуры, излучения, механического воздействия).

– Удаление пострадавшего из опасной зоны в место, где будет оказываться дальнейшая помощь.

– Выявление причины тяжелого состояния пострадавшего, характера повреждения, признаков жизни и смерти.

– Оказание первой помощи пострадавшему с использованием приемов, определяемых характером повреждения и состоянием пострадавшего.

– Вызов медицинского персонала, скорой медицинской помощи, доставка пострадавшего в лечебное учреждение. Вызов медицинского персонала при тяжелом состоянии пострадавшего должен быть произведен незамедлительно.

– Поддержание жизненных функций пострадавшего по пути следования в лечебное учреждение или до прибытия врача.

Задание 20. Изучение средств индивидуальной защиты

Используя материалы учебной и справочной литературы, интернет-ресурсов, подготовьте презентации или видеоролики по следующим темам:

1. Средства защиты органов дыхания и их практическое применение.
2. Средства защиты кожи и их применение.
3. Медицинские средства защиты, их назначение, состав и порядок использования.
4. СИЗ на производстве.
5. Порядок накопления СИЗ.

Задание 21. Изучение порядка проведения первой доврачебной помощи

Используя материалы учебной и справочной литературы, интернет-ресурсов, подготовьте презентации или видеоролики по следующим темам:

1. Первая помощь на месте пострадавшим в чрезвычайных ситуациях.
2. Первая помощь при ожогах.
3. Первая помощь при переломах.
4. Первая помощь при кровотечениях.
5. Первая помощь при поражении электрическим током.
6. Первая помощь при утоплении.
7. Первая помощь при отморожениях.
8. Первая помощь при отравлениях.

Обсудите заслушанную информацию. Результаты работы представьте в произвольной форме.

Задание 22. Защита населения от вредного влияния окружающей среды

Подготовьте к занятию презентации или видеоролики по предложенным темам, заслушайте и обсудите их.

Темы презентаций

1. Йод и йодная профилактика населения, проживающего на загрязненной радионуклидами территории. Степень накопления радионуклидов в продуктах питания растительного происхождения. Радиопротекторы и антидоты.

2. Взаимосвязь состояния окружающей среды и здоровья населения. Способы выведения радионуклидов из организма человека.

3. Основные показатели заболеваемости населения как индикатор санитарного состояния природной среды. Витаминизация как способ сохранения здоровья человека. Способы сохранения витаминов в пищевых продуктах.

4. Загрязнение окружающей среды и снижение репродуктивного здоровья населения. Влияние окружающей среды на старение населения технологически развитых стран.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое СИЗ?
2. Для чего используют СИЗ?
3. Какие СИЗ используют на производствах с вредными условиями труда?
4. Как классифицируют СИЗ?
5. При каких состояниях требуется первая медицинская помощь?
6. Каков порядок действий при поражении человека электрическим током?
7. Как классифицируют ожоги?
8. При каких отравлениях нельзя промывать желудок?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Безопасность жизнедеятельности : в 3 ч. Ч. 1. Защита населения и объектов в чрезвычайных ситуациях / В. П. Бубнов [и др.]. – Минск : Амалфея, 2013. – 536 с.

Босак, В. Н. Безопасность жизнедеятельности человека : учеб. / В. Н. Босак, З. С. Ковалевич. – Минск : Выш. шк., 2016. – 335 с.

Емельянов, А. Г. Основы природопользования : учеб. / А. Г. Емельянов. – М. : Академия, 2013. – 256 с.

Ковальчук, А. В. Охрана труда : курс лекций / А. В. Ковальчук. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2014. – 108 с.

Мархоцкий, Я. Л. Основы экологии и энергосбережения : учеб. пособие / Я. Л. Мархоцкий. – Минск : Выш. шк., 2014. – 287 с.

Мирончик, А. Ф. Безопасность жизнедеятельности человека : учеб.-метод. пособие / А. Ф. Мирончик. – Могилев : МГУП, 2017. – 271 с.

Мирончик, А. Ф. Технология охраны воздушной среды : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 1 / А. Ф. Мирончик. – Могилев : МГУП, 2017. – 199 с.

Мирончик, А. Ф. Технология охраны воздушной среды : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. Ч. 2 / А. Ф. Мирончик. – Могилев : МГУП, 2017. – 203 с.

Шереметова, О. В. Безопасность жизнедеятельности человека : практикум / О. В. Шереметова, А. В. Ковальчук. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2016. – 92 с.

Шереметова, О. В. Безопасность жизнедеятельности человека : электрон. учеб.-метод. комплекс / О. В. Шереметова. – Гомель : Бел. торгово-экон. ун-т потребит. кооп., 2015. – Регистр. свид. № 5141505387 от 30 июля 2015 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Строение атома и ядра

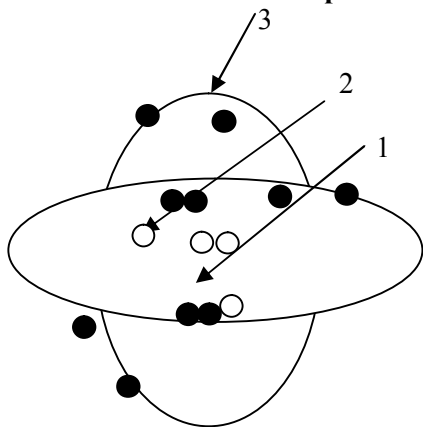


Рисунок А.1 – Модель атома

Условные обозначения:

- 1 – протон;
- 2 – нейтрон;
- 3 – электрон

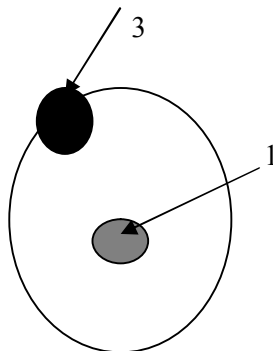
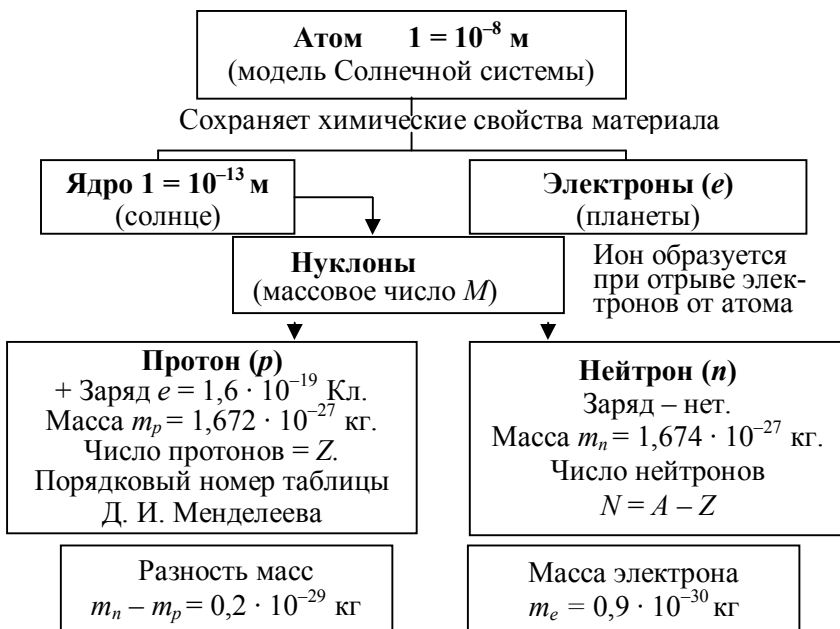


Рисунок А.2 – Атом водорода

Условные обозначения:

- 1 – протон;
- 3 – электрон



Варианты обозначений химических символов: ${}^M_Z X$; ${}_Z X^M$; ${}^M X$.

Примеры изотопов (Z – число протонов постоянное): ${}^{16}_8 X$; ${}^{17}_8 X$; ${}^{18}_8 X$.

Рисунок А.3 – Физическая характеристика атома

Критерии ионизирующего излучения

Наименование, буквенный символ	Содержание	Единицы измерения	
		СИ	Вне системы
<i>Критерии источника ионизирующего излучения</i>			
Вид излучения	Фотонное (гамма- и рентгеновское излучение). Корпускулярное (α -частицы, β -частицы, нейтроны, протоны и т. д.)	Соотношение $1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк	
Активность (A)	Мера радиоактивности, определяемая числом радиоактивных распадов в единицу времени	Бк (беккерель)	Ки (кюри)
Энергия излучения – энергетический спектр излучения (E)	Разность суммарной энергии всех заряженных и незаряженных частиц, входящих в данный объем вещества, и суммарной энергии частиц, выходящих из этого объема	Дж (джоуль)	еВ (электрон-вольт)
Период полураспада ($T_{1/2}$)	Время, в течение которого распадается половина данного количества радионуклидов: – маложивущие радионуклиды ($T_{1/2}$ до 1 года); – среднеживущие радионуклиды ($T_{1/2}$ до 100 лет); – долгоживущие ($T_{1/2}$ более 100 лет)		
<i>Критерии концентрации радиоактивности</i>			
Поверхностная активность (A_s)	Активность источника на единицу площади (для определения степени загрязнения больших площадей)	Бк/м ²	Ки/км ²
Объемная активность (A_v)	Активность источника на единицу объема (для определения загрязнения различных объемов)	Бк/л, м ³	Ки/л, м ³
Удельная активность (A_m)	Активность источника на единицу массы (для определения загрязнения твердых материалов)	Бк/кг	Ки/кг
<i>Дозовые критерии</i>			
Поглощенная доза (D)	Средняя энергия, переданная источником излучения веществу, находящемуся в элементарном объеме	Гр (грей), (Дж/кг)	рад
		Соотношение 1 Гр = 100 рад	

Продолжение

Наименование, буквенный символ	Содержание	Единицы измерения	
		СИ	Вне системы
Эквивалентная доза (H)	<p>Величина, используемая для определения степени ионизации биологической ткани с учетом характера вида излучения, рассчитывается по формуле</p> $H = W_R D,$ <p>где W_R – взвешивающий коэффициент вида излучения ($\gamma-1, \beta-1, \alpha-20, n-5-20, p-5$); D – поглощенная доза.</p> <p>При нескольких видах излучений эквивалентная доза рассчитывается по формуле</p> $H = \sum_{\kappa} W_R D$	зиверт Зв	бэр бэр
		Соотношение 1 Зв = 100 бэр	
Эквивалентная эффективная доза (E)	<p>Величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности, определяется по формуле</p> $E = H_{эф} = \sum_T W_T H_{iT},$ <p>где $H_{эф}$ – эквивалентная эффективная доза; W_T – взвешивающий коэффициент по ткани или органу T; H_{iT} – эквивалентная доза в ткани или органе T за время t</p>	зиверт Зв	бэр бэр
Мощность дозы: • X -экспозиционной • D -поглощенной • H -эквивалентной • E -эффективной	Приращение дозы в единицу времени	Кл · кг/с Гр/с Зв/с Зв/с	Р/ч рад/ч бэр/ч

Влияние больших доз облучения



**Биологические нарушения при однократном облучении
всего тела большими дозами**

Доза излучения, Гр	Степень острой лучевой болезни	Начало проявления	Характер реакции	Формы болезни	Последствия
1–2,5	Легкая	2–3 ч	Тошнота, рвота	Костно-мозговая	100%-ное выздоровление
2,5–4	Средняя (II)	2–3 ч	Тошнота, слабость		100%-ное выздоровление
4,5–6	Тяжелая (III)	От 20–40 мин до 2 суток	Рвота, недомогание, $t = 38^{\circ}\text{C}$		50–80%-ное выздоровление при специальном лечении
6–10	Переходная				
10–80	Крайне тяжелая (IV)	От 20–30 мин до 3–4 суток	Поражение кожи, слизистых оболочек, $t > 38^{\circ}\text{C}$	Кишечная	30–50%-ное выздоровление при раннем лечении в специальной клинике
Более 80				Церебральная	Всегда смертельный исход, выздоровление чрезвычайно редко
<p>Примечание – При костно-мозговой форме болезни убиваются клетки головного мозга, лимфатических узлов, селезенки, утрачивается функция обновления клеток крови; при кишечной – развивается воспаление слизистой желудка, толстого и тонкого кишечника; при церебральной – поражаются клетки мозга.</p>					

Влияние средних и малых доз облучения



Результат влияния на людей средних и малых доз облучения зависит от следующих факторов: величины дозы; продолжительности воздействия (одна и та же доза, получаемая за короткий промежуток времени, вызывает меньше поражений, чем доза, полученная за длительный период).

Влияние средних и малых доз облучения на людей

Доза излучения на все тело, Гр	Немедленный результат	Отдаленный результат
0,1–0,5	У большинства нет реакции. У чувствительных людей развивается лучевая болезнь	Поражение лимфоцитов. Преждевременное старение. Генетическое поражение потомства. Увеличение риска возникновения рака
До 0,1	Нет реакции	Преждевременное старение. Увеличение небольших мутаций (астма, аллергия и др.) в потомстве. Возникновение уродств у потомства. Дополнительный риск возникновения рака

Определение степени вертикальной устойчивости атмосферы по прогнозу погоды

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность	Ясно, переменная облачность	Сплошная облачность
< 2	ин	из	из (ин)	из	к (из)	из	ин	из
2–3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из	из
> 4	из	из	из	из	из	из	из	из

Примечание – Условные обозначения: ин – инверсия; из – изотермия; к – конвекция; буквы в скобках – при снежном покрове (условно принимаем при температуре воздуха ниже 0°С).

Под термином «утро» понимается период времени в течение двух часов после восхода солнца, под термином «вечер» – в течение двух часов после захода солнца.

Скорость ветра и степень вертикальной устойчивости воздуха принимаются в расчетах на момент аварии.

Характеристика АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения зоны заражения

Вид АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг, мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
	Газ	Жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха, °С				
								-40	-20	0	20	40
Аммиак (хранение под давлением)	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1/1
Сернистый ангидрид	0,029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1

Окончание

Вид АХОВ	Плотность АХОВ, т/м ³		Температура кипения, °С	Пороговая токсодоза, мг, мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов							
	Газ	Жидкость			K ₁	K ₂	K ₃	K ₇ для температуры воздуха, °С				
								-40	-20	0	20	40
Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Сероуглерод	–	1,263	46,2	45	0	0,0221	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
Соляная кислота (концентрированная)	–	1,198	–	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2	0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1
Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0/0,3	0,6/1	1/1	1,4/1
Хлорпикрин	–	1,658	112,3	0,02	0	0,002	3,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9
Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,048	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1

Примечание – Значения K₇ в числителе приведены для первичного облака, в знаменателе – для вторичного облака.

Приложение К

Значение коэффициента K₄ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15
K ₄	1	1,33	1,67	2,0	2,67	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	5,68

Значение коэффициента K_6 в зависимости от времени, прошедшего после начала аварии

Время, прошедшее после начала аварии, ч	1	2	3	4
K_6	1	1,74	2,41	3,03
Примечание – При времени после начала аварии $N = 4$ ч значение коэффициента $K_6 = N^{0,8}$.				

Глубина зоны заражения, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 и менее	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92
9	0,12	0,28	0,40	1,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34

Продолжение

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество АХОВ, т								
	30	50	70	100	300	500	700	1 000	2 000
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I и менее	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	21,09	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	9,06	12,14	17,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	69,30
8	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	35,55	41,30	62,20
13	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,9	58,44
14	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

Приложение Н

Скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха

Состояние атмосферы	Скорость ветра, м/с														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Степень вертикальной устойчивости															
Инверсия	5	10	16	21	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Изотермия	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
Конвекция	7	14	21	28	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Порядок нанесения зон заражения на топографические карты и схемы

Зона возможного заражения облаком АХОВ (СДЯВ) на рисунках П.1–П.3 ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющими радиус, равный глубине зоны заражения (Γ). Виды зон химического заражения, в зависимости от скорости ветра ($V_{\text{ветра}}$) по прогнозу, приведены в приложении Р.

При скорости ветра по прогнозу 0,5 м/с и менее зона заражения имеет вид окружности (рисунок П.1).

Точка O соответствует источнику заражения, угол $\varphi = 360^\circ$, радиус окружности равен Γ .

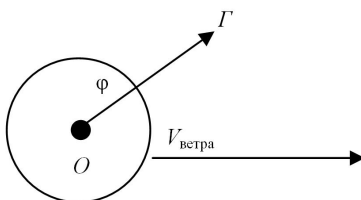


Рисунок П.1 – Зона заражения при скорости ветра меньше 0,5 м/с

При скорости ветра по прогнозу 0,6–1 м/с зона заражения имеет вид полуокружности (рисунок П.2).

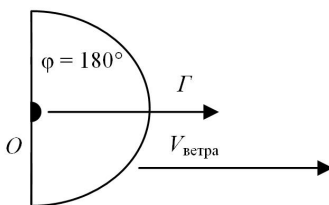


Рисунок П.2 – Зона заражения при скорости ветра 0,6–1 м/с

Точка O соответствует источнику заражения, угол $\varphi = 180^\circ$, радиус полуокружности равен Γ , биссектриса угла совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

При скорости ветра по прогнозу больше 1 м/с зона заражения имеет вид сектора (рисунок П.3).

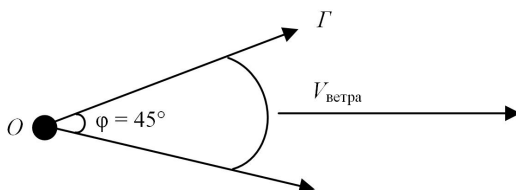


Рисунок П.3 – Зона заражения при скорости ветра больше 1 м/с

Точка O соответствует источнику заражения.

При скорости ветра 1,1–2 м/с угол $\varphi = 90^\circ$, при скорости ветра больше 2 м/с угол $\varphi = 45^\circ$, радиус сектора равен Γ , биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

Приложение Р

Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра

Скорость ветра, м/с	0,5 и менее	0,6–1	1,1–2	Более 2
Угловые размеры, φ	60	180	90	45

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка.....	3
Примерный тематический план практических занятий.....	4
Общие требования к проведению практических занятий.....	5
Краткие теоретические сведения, задания практических работ, методические указания по их выполнению, вопросы и задания для самоконтроля	6
Работа 1. АНТРОПОГЕННЫЕ И ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ.....	6
Работа 2. ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ И МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	11
Работа 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ И ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ.....	18
Работа 4. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.....	22
Работа 5. ОСНОВНЫЕ РАЗДЕЛЫ ОХРАНЫ ТРУДА. ПРАВОВЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ.....	30
Работа 6. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ И ГИГИЕНА ТРУДА.....	35
6.1. Исследование параметров микроклимата в производственных помещениях.....	35
6.2. Определение эффективности работы вентиляционных систем.....	41
Работа 7. ОСВЕЩЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ. ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЙ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА	45
Работа 8. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ИСТОЧНИКОВ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ. ВОЗДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА.....	49
Работа 9. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ И ОБЪЕКТОВ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	63
9.1. Определение параметров и оценка обстановки в зоне наводнения	63
9.2. Оценка химической обстановки в зоне заражения аварийными химическими отравляющими веществами	72
Работа 10. ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	81
Список рекомендуемой литературы.....	85
Приложения	86

Учебное издание

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

**Практикум
для реализации содержания образовательных программ
общего высшего образования**

Авторы-составители:

Кузьменкова Наталья Владимировна

Целикова Лариса Владимировна

Бань Марина Федоровна

Редактор Ю. Г. Старовойтова

Компьютерная верстка Н. М. Евтухова

Подписано в печать 04.02.25. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.

Усл. печ. л. 5,81. Уч.-изд. л. 5,60. Тираж 80 экз.

Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Белорусский торгово-экономический
университет потребительской кооперации».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/138 от 06.08.2024.

Просп. Октября, 50, 246029, Гомель.

<http://bteu.by>