

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**по выполнению практических занятий
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов специальности 40.05.01 правовое обеспечение
национальной безопасности
специализация: «Государственно-правовая»**

Ставрополь
2026

Введение.....	9
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1.....	11
Тема занятия: «Менеджмент риска на предприятии».....	11
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2.....	18
Тема занятия: «Исследование опасностей технической системы вероятностно-статистическими методами».....	18
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3.....	29
Тема занятия: «Оценка параметров микроклимата».....	29
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4.....	43
Тема занятия: «Способы организации вентиляции и кондиционирования для создания благоприятных микроклиматических условий на рабочем месте, определение требуемой производительности»	43
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5.....	54
Тема занятия: «Принципы формирования световой среды в рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет естественного освещения».....	54
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6.....	65
Тема занятия: «Принципы формирования световой среды в рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет искусственного освещения»....	65
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7.....	79
Тема занятия: «Оценка производственного шума в помещении»..	79
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8.....	91
Тема занятия: «Расчет средств защиты от шума».....	91
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9.....	100
Тема занятия: «Расчет средств защиты от электромагнитных излучений».....	100
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10.....	109
Тема занятия: «Выбор и расчет систем электробезопасности в сетях переменного тока с напряжением до 1000 В».....	109

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11.....	119
Спасение и оказание первой помощи пострадавшим.....	119
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12.....	127
Тема занятия: «Прогнозирование последствий аварий на химически опасных объектах».....	127
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13.....	143
Тема занятия: «Прогнозирование последствий радиационного загрязнения местности».....	143
Тема занятия: «Порядок действий при пожаре, расчет параметров безопасной эвакуации из помещений здания».....	155
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15.....	166
Тема занятия: «Анализ производственного травматизма».....	166
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16.....	172
Тема занятия: «Расследование несчастного случая, связанного с работой».....	172
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 17.....	194
Тема занятия: «Мониторинг рабочих мест по условиям труда»...194	194
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 18.....	224
Тема занятия: «Оценка условий труда».....	224

Введение

Основной целью образования по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» является формирование профессиональной культуры безопасности (экологической культуры), под которой понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для обеспечения безопасности в сфере профессиональной деятельности, характера мышления и ценностных ориентаций, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

Основными обобщенными задачами дисциплины являются: приобретение понимания проблем устойчивого развития и рисков, связанных с деятельностью человека; овладение приемами рационализации жизнедеятельности, ориентированными на снижения антропогенного воздействия на природную среду и обеспечение безопасности личности и общества; формирование культуры безопасности, экологического сознания и риск-ориентированного мышления, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов жизнедеятельности человека; готовности применения профессиональных знаний для минимизации негативных экологических последствий, обеспечения безопасности и улучшения условий труда в сфере своей профессиональной деятельности; мотивации и способностей для самостоятельного повышения уровня культуры безопасности; способностей к оценке вклада своей предметной области в решение экологических проблем и проблем безопасности; формирование культуры профессиональной безопасности, способностей для идентификации опасности и оценивания рисков в сфере своей профессиональной деятельности; способностей для аргументированного обоснования своих решений с точки зрения безопасности.

Компетенция, которая формируются при изучении дисциплины -УК-8

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

Р2: Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны
ИД-1 УК-8.

Р1: Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы.

Оценивает вероятность реализации опасностей. Анализирует сценарии реализации опасностей.

Р2: Проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф, оценивает поражающие факторы. Прогнозирует последствия воздействия опасностей на человека и среду.

ИД-2 УК-8.

Р1: Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса и проводит численную оценку защитных мероприятий.

Р2: проводит численную оценку защитных мероприятий.

ИД-3 УК-8.

Р1: Представляет требования к обеспечению безопасных условий жизнедеятельности.

Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях
труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях

Краткая характеристика дисциплины, ее место в учебном процессе.

Безопасность жизнедеятельности — дисциплина, в которой рассматриваются основы безопасного взаимодействия человека со средой обитания и основы защиты от негативных факторов в опасных и чрезвычайно опасных ситуациях. Изучение дисциплины формирует у специалиста представления о неразрывном единстве эффективной профессиональной деятельности и отдыха с требованиями к безопасности техники и защищенности человека. Реализация этих требований гарантирует

сохранение работоспособности и здоровья человека, готовит его к действиям в экстремальных условиях.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Тема занятия: «Менеджмент риска на предприятии»

1. Теоретическая часть

Риск – вероятность экономического или финансового проигрыша, физического повреждения или причинения вреда в какой-либо форме из-за наличия неопределенности, связанной с желанием осуществить определенный вид действий.

Риск события можно оценить в соответствии с теорией вероятности соотношением:

$$R = \frac{n}{N}, \text{ ед. врем.}, \quad (1.1)$$

где n – число событий, которые имели место за определенный период времени; N – возможное число событий за этот же период.

2. Примеры решения задач

Задача 1. Ежедневно в дорожно-транспортных происшествиях погибает 95 человек. Определить риск фатального исхода в год, обусловленный этими происшествиями, если численность населения 120 миллионов человек.

Решение:

Риск рассчитывают по формуле (1.1):

$$R_u = \frac{n}{N} = \frac{95 \cdot 365}{120 \cdot 10^6} = 2,8 \cdot 10^{-4} \frac{\text{см.исх}}{\text{год} \cdot \text{чел}}.$$

Полученная величина превышает приемлемый риск.

Риск-менеджмент (управление рисками; англ. Risk management) – процесс принятия и выполнения управленческих решений, направленных на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата и минимизацию возможных потерь, вызванных его реализацией.

Элементы системы менеджмента риска могут включать в себя стратегическое планирование, принятие решений и другие процессы, затрагивающие риск.

Для оценки риска на объектах широко используют понятие «степень риска».

Степень риска численно определяется произведением вероятности реализации опасной ситуации (P_i) на значение тяжести/ущерба (Y_i) по соотношению:

$$R_k = \sum_{i=1}^n Y_{ik} \cdot P_{ik}, \quad (1.2)$$

где $k = 1, 2, n$ – номер ЧС; $i = 1, 2, \dots, n$ – номер сценария для обеих ЧС.

Вероятность безотказной работы оборудования подчиняется экспоненциальному закону

$$P(t) = 1 - \exp(-\lambda t), \quad (1.3)$$

где λ – интенсивность отказов оборудования, ч⁻¹; t – время работы, ч.

Принимают, что аварийность при экспоненциальном распределении подчиняется дискретному распределению Пуассона:

$$Q(N; \lambda \tau) = \frac{\lambda \tau}{N!} \exp(-\lambda \tau), \quad N = 0, 1, 2, 3 \dots \lambda \tau, \quad (1.4)$$

где λ – интенсивность возникновения аварий, год⁻¹; τ – время анализа, год; N – число аварий.

Задача 2. Прогнозируемый ущерб от двух различных ЧС на объекте составляет:

Таблица 1.3 – Возможные сценарии ЧС 1

Сценарий	1	2	3
Ущерб U_i , тыс. руб.	228,9	1157,0	130422,1
Вероятность реализации P_i , год ⁻¹	0,00004	0,0000052	0,00000078

Таблица 1.4 – Возможные сценарии ЧС 2

Сценарий	1	2	3	4
Ущерб U_i , тыс. руб	117,2	1356,62	2987,0	220057,4
Вероятность реализации P_i , год ⁻¹	0,000011	0,00000097	0,00000066	0,000000084

Предупреждение какой из ЧС является более приоритетным?

Решение:

Более приоритетной для ликвидации будет та чрезвычайная ситуация, у которой параметр «степень риска» больше.

Рассчитаем степень риска по формуле (1.2).

ЧС 1:

$$R_1 = \sum_{i=1}^n Y_{i1} \cdot P_{i1} = 2,29 \cdot 10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-5} + 1,16 \cdot 10^6 \cdot 5,2 \cdot 10^{-6} + \\ + 1,3 \cdot 10^8 \cdot 7,9 \cdot 10^{-7} = 9,16 + 6,0 + 102,7 = 117,86 \text{ руб./год.}$$

ЧС 2:

$$R_2 = \sum_{i=1}^n Y_{i2} \cdot P_{i2} = 1,17 \cdot 10^5 \cdot 1,1 \cdot 10^{-5} + 1,36 \cdot 10^6 \cdot 9,7 \cdot 10^{-7} + \\ + 2,99 \cdot 10^6 \cdot 6,6 \cdot 10^{-7} + 2,2 \cdot 10^8 \cdot 8,4 \cdot 10^{-8} = \\ = 1,29 + 1,32 + 1,97 + 18,48 = 23,06 \text{ руб./год.}$$

Следовательно, ЧС 1 представляет большую угрозу и ее следует предотвращать в первую очередь.

Задача 3. Оценить вероятность взрыва в спиртовом цехе, расположенном в отдельном здании с неисправной молниезащитой, в котором установлено следующее оборудование:

- три реактора;
- насос;
- технологические трубопроводы общей длиной 50 м.

Годовой фонд работы реактора и трубопроводов – 2000 ч/год.

Годовой фонд работы насоса – 400 ч/год.

Принять вероятность взрыва в помещении 0,0012 год⁻¹.

Принять следующие значения интенсивности отказов (ГОСТ 12.1.004-91):

резервуары гидравлические – 0,00000027;

насосы с машинным приводом – 0,000031;

трубопроводы на 1 км длины – 0,0000049.

Вероятность появления горючей смеси.

Решение:

Определим вероятность разгерметизации элементов технологической схемы.

Резервуара (реактора):

$$P(t) = 1 - \exp(-2,7 \cdot 10^{-7} \cdot 2000) = 0,00054.$$

Насоса:

$$P(t) = 1 - \exp(-3,1 \cdot 10^{-5} \cdot 400) = 0,033.$$

Трубопроводов:

$$P(t) = 1 - \exp(-4,9 \cdot 10^{-6} \cdot 0,05 \cdot 2000) = 0,0049.$$

Разгерметизация каждого элемента независима:

$$P_{разг} = 1 - \prod_{j=1}^5 (1 - P_j) = 1 - (1 - 0,00054)^3 \cdot (1 - 0,033) \cdot (1 - 0,0049) = 3,9 \cdot 10^{-2}.$$

Принимая вероятность наличия окислителя в воздухе равной 1, получим для вероятности взрыва соотношение:

$$P_{взр} = P_{разг} \cdot P_{из} = 3,9 \cdot 10^{-2} \cdot 0,0012 = 4,7 \cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}.$$

Задача 4. Оценить аварийный риск на объекте, где за 20 лет произошло 4 аварии, если частота отказов в системе однотипных объектов соответствует дискретному распределению Пуассона.

Решение

На объекте за 20 лет произошло 4 аварии.

Среднее число (интенсивность возникновения) аварий:

$$\lambda = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ год}^{-1}.$$

За 2 года две аварии могут произойти с вероятностью

$$Q(2; 0,2 \cdot 2) = \frac{0,2 \cdot 2}{2!} \exp(-0,4) = 0,054.$$

Вероятность безаварийного функционирования за 2 года

$$Q(0; 0,2 \cdot 2) = \frac{0,2 \cdot 2}{0!} \exp(-0,4) = 0,67.$$

Риск аварийных ситуаций за двухлетний период

$$1 - 0,67 = 0,33.$$

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Определить риск травмирования человека на производстве, если известно, что за год было травмировано 65000, а численность работающих составляет 15 млн человек.

Задание 2. Определить риск гибели человека от экологических заболеваний, если известно, что от экологических заболеваний на планете умирает 1,6 млн человек при общей численности населения 6,4 млрд человек.

Задание 3. Определить риск гибели человека на производстве в год в мире, если известно, что ежегодно в мире погибает 250000 человек, число работающих на производстве – 2,4 млрд человек.

Задание 4. В стране ежегодно происходит 200000 автомобильных катастроф. Одна из трехсот заканчивается летальным исходом. Численность населения 1400000 человек. Определить коллективный и индивидуальный риск гибели человека в автомобильной катастрофе.

Задание 4. Оценить риск повреждения агрегата в течение недели при его функционировании 3 часа в сутки, средней скорости износа 0,02 1/час. Определить снижение риска повреждения агрегата, если время работы агрегата уменьшится на 1 час.

Задание 5. Оценить аварийный риск на объекте по исходным данным, представленным в таблице 1.2. Представить графическую интерпретацию расчетов за период 1 – 7 лет следующих показателей: отсутствие аварий, 1 авария, 2 аварии, 3 аварии.

Определить вероятность отсутствия аварий за 1, 5, 10 лет.

Таблица 1.5 – Исходные данные для расчетов

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Период времени, лет	10	15	20	18	17	20	25	27	23
Число аварий	3	4	6	4	5	4	5	4	3

Задание 6. Оценить вероятность взрыва в цехе, в котором возможно возникновение условий для горения и установлено следующее оборудование:

- реактор;
- насос;
- технологические трубопроводы общей длиной 100 м.

Годовой фонд работы реактора и трубопроводов – А, ч/год.

Годовой фонд работы насоса – В, ч/год.

Принять вероятность взрыва в помещении 0,005 год⁻¹.

Таблица 1.6 – Исходные данные для расчетов

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9
А	1000	1500	2000	1800	1700	2100	2500	2700	2300
В	300	400	600	400	500	400	500	400	300

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие факторы влияют на реализацию его опасных состояний в системе «человек – машина»?
2. Перечислите факторы, определяющие уровень риска, методы управления им.
3. Почему необходимо проводить менеджмент риска на предприятии?
4. Какая взаимосвязь существует между числом опасных ситуаций и несчастных случаев?
5. Перечислите методические и организационные задачи, которые возникают при проведении менеджмента риска.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Тема занятия: «Исследование опасностей технической системы вероятностно-статистическими методами»

1. Теоретическая часть

Методика изучения риска включает три стадии.

Первая стадия – предварительный анализ опасностей (ПАО). Эта стадия состоит из нескольких шагов:

- выявление источников опасностей
- определение частей системы, которые могут вызвать появление опасностей
- введение ограничения на анализ опасностей.

Вторая стадия – выявление последовательности опасных ситуаций. На этой стадии используют инструментарий – дерево решений и его разновидность дерево событий, дерево отказов.

При построении дерева событий используются следующие закономерности:

- все отказы независимы;
- все состояния системы можно выразить через две разновидности – сработала или отказала – да или нет , промежуточных состояний нет (булева логика);
- при построении используется индуктивная логика (прямая) – что случится, если откажет какой-то элемент.
- Пример построения дерева событий.
- Необходимо построить дерево событий для системы, представленной насосом и клапаном (рисунок 6.1)

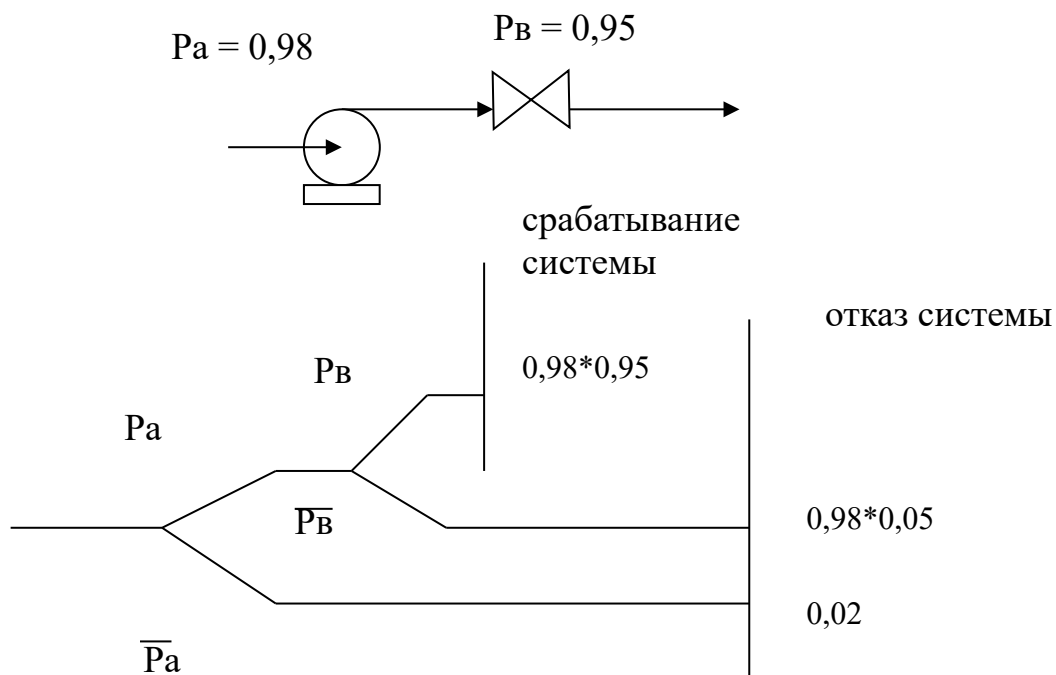


Рисунок 6.1 – Расчетная схема

Вероятность срабатывания системы $0,98 \cdot 0,95 = 0,931$

Вероятность отказа $0,98 \cdot 0,05 + 0,02 = 0,069$

Сумма противоположных событий равна 1.

При построении дерева отказов используется :

- дедуктивная (обратная) логика;
- булева логика;
- независимость отказов;
- специальные символы – символы событий и логические символы

При построении деревьев отказов используют логические символы и символы событий (таблица 2.1, таблица 2.2).

Таблица 2.1 – Логические символы, используемые для построения деревьев

отказов

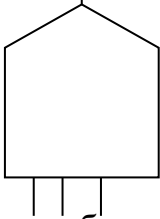
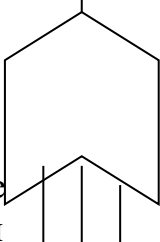
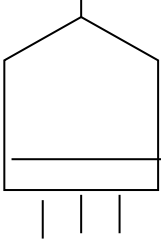
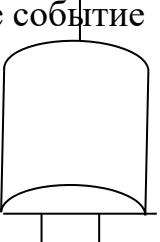
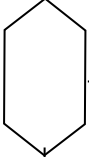
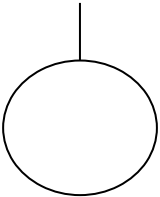
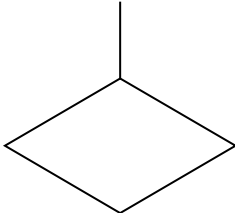
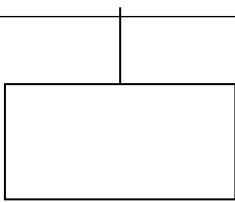
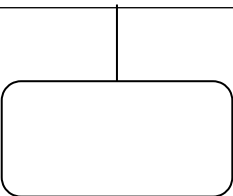
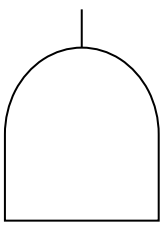
выходное событие  входные события	Знак «и» - выходное событие происходит, если все входные события происходят одновременно
выходное событие  входные события	Знак «или» - выходное событие происходит, если случается любое из входных событий
выходное событие  входные события	Знак «приоритетное и»- выходное событие имеет место, если все входные события происходят в нужном порядке - слева направо
выходное событие  входные события	Знак "исключающее или" - выходное событие происходит, если случается одно, но не оба из входных событий
выходное событие  входное событие условное событие	Знак "запрет" - наличие входа вызывает появление выхода только тогда, когда происходит условное событие

Таблица 2.2 – Символы событий, используемые для построения деревьев отказов

	Круг - исходное событие, обеспеченное достаточными данными
	Ромб - событие недостаточно детально разработанное
	Прямоугольник - событие, вводимое логическим элементом
	Овал - условное событие, используемое с логическим знаком "запрет"
	Домик - событие, которое может случаться или не случаться.

2. Примеры решения задач

Пример построения дерева отказов

Для возникновения пожара необходим источник зажигания, горючее вещество, окислитель.

В качестве источника зажигания может быть горящая спичка или искра.

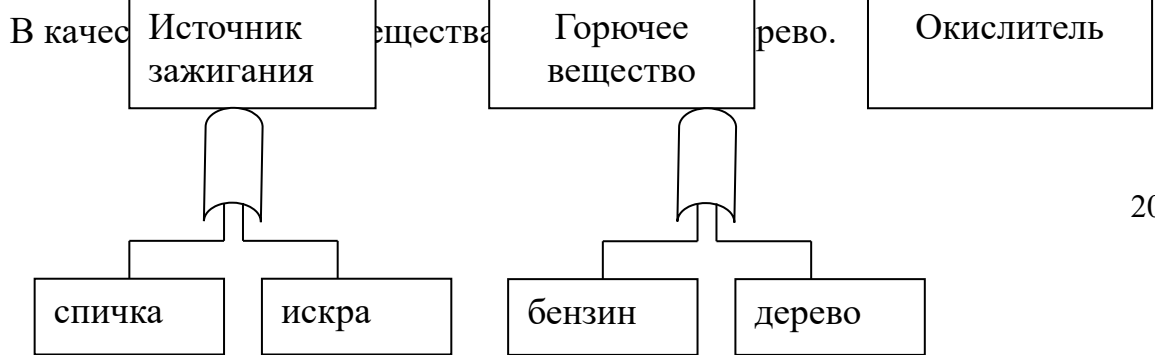


Рисунок 2.2 – Дерево событий

Третья стадия – анализ последствий:

- проводится подсчет массы токсичных материалов, поступивших в окружающую среду;
- прослеживается распространение токсичных продуктов
- проводится оценка воздействия на здоровье людей, на материальные ценности.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Определить индивидуальный риск для жителя А, проживающего в городе N, насчитывающего 1,51 млн. человек. Статистические данные за 10 лет говорят о том, что за это время из числа жителей города погибло 60 тыс. человек, получило травмы 120 тыс. человек. Житель города N 40 часов в неделю работает в городе, на 4 недели в году выезжает на отдых, 3 недели каждый год проводит в командировках, 56 дней в году работает на даче, а остальное время находится в городе.

Задание 2. Определить риск гибели человека от экологических заболеваний, если известно, что от экологических заболеваний на планете

умирает 1,6 млн. человек при общей численности населения 4,8 млрд. человек

Задача 3. Определить риск гибели человека на производстве в год в мире, если известно, что ежегодно в мире погибает 250 000 человек, число работающих на производстве 2,4 млрд. человек.

Задача 4. Определить индивидуальный риск для жителя А, проживающего в деревне, насчитывающей 200 жителей. Из числа жителей деревни за 10 лет 5 человек погибло и 50 человек получило травмы. Житель А 40 часов в неделю работает в ближайшем городе N, на 4 недели в году выезжает из деревни на отдых, 2 недели каждый год проводит в командировках, 56 дней в году работает на даче, а остальное время находится в деревне.

Задание 5. Определить риск гибели и травмирования человека в результате стихийных явлений, если известно, что стихийные явления в 2001 году привели к гибели до 250 000 человек и подвергали опасности жизнь около 25 млн. человек. При общей численности населения планеты 4,8 млрд. человек

Задание 6. Определить риск гибели человека в результате землетрясений в мире, если известно, что в 2001 году, в результате землетрясений в мире погибло более 52 000 человек при общей численности населения планеты 4,8 млрд. человек.

Задание 7. Определить надежность системы (R_s) с последовательным расположением в ней элементов при наличии элементов (n) в количестве 10 и 50. Надежность каждого элемента (R_i) составляет 0,95. Охарактеризовать условие работы для данной системы.

Задание 8. Определить надежность системы (R_s) с параллельным расположением в ней элементов при наличии элементов (n) в количестве 10 и 50. Надежность каждого элемента (R_i) составляет 0,05. Охарактеризовать условие работы данной системы.

Задание 9. Построить дерево отказов, если негативное последствие - поражение человека электрическим током (событие Р). Оно является результатом одновременного наложения трех предпосылок:

появление потенциала высокого напряжения на корпусе электроустановки (Н);

нахождение человека на токопроводящем основании (О);

прикосновение человека к корпусу (К).

Событие Н явилось следствием возникновения любого из двух других исходных событий - предпосылок:

снижения сопротивления изоляции (А) или

касания токоведущими частями электроустановки её корпуса по причине их раскрепления (В).

Событие О могло быть обусловлено двумя исходными предпосылками:

нахождением человека на металлическом полу (С) или

касанием человеком заземленных элементов здания (Д).

Событие (К) явилось следствием одной из трех предпосылок:

необходимостью ремонта (Е) ;

технического обслуживания (Т);

использование электроустановки по прямому назначению (И).

Задание 10. Построить дерево отказов, если негативное последствие – воспламенение паров водорода, выделяющихся из свинцовых аккумуляторов. (событие Р). Оно является результатом одновременного наложения трех предпосылок:

накопление газа (паров водорода в аккумуляторной станции) (Н);

отсутствие вентиляции в данном помещении (О);

появление внутри помещения источника воспламенения (К).

Событие Н явилось следствием возникновения любого из двух других исходных событий - предпосылок:

длительный заряд неисправных аккумуляторных батарей (А) или

отказ зарядных устройств (В).

Событие О могло быть обусловлено двумя исходными предпосылками:
поломка вентиляторов (С) или
закрытия воздухопроводов (Д).

Событие (К) явилось следствием одной из трех предпосылок:
искрение электрооборудования (Е);
появление людей с открытым огнем (Т);
курение людей (И).

Задание 11. Построить дерево отказов, если негативное последствие – производственная травма. Оно является результатом любой из трех предпосылок:

нарушение технологического процесса (Н);
невнимание работающего (О)
отсутствие инструктажа по технике безопасности (К);
событие Н явилось следствием возникновения любого из двух других

исходных событий - предпосылок:

нарушения подачи электроэнергии (А) или
поломка оборудования (В).

Событие (К) явилось следствием одной из двух предпосылок:
выполнение работы не предусмотренной должностной инструкцией(Е);
ненадлежащее исполнение мастером своих обязанностей (Т).

Задание 12. Построить дерево отказов, если негативное последствие - воспламенение паров водорода, выделяющихся из свинцовых аккумуляторов. (событие Р). Оно является результатом одновременного наложения двух предпосылок:

накопление газа (паров водорода в аккумуляторной станции) (Н);
появление внутри помещения источника воспламенения (К).

Событие Н явилось следствием возникновения любого из двух других исходных событий - предпосылок:

длительный заряд неисправных аккумуляторных батарей (А) или
отказ зарядных устройств (В).

Событие (К) явилось следствием одной из трех предпосылок:
искрение электрооборудования (Е);
появление людей с открытым огнем (Т);
курение людей (И).

Задача 5. Построить дерево отказов, если негативное последствие - поражение человека электрическим током (событие Р). Оно является результатом одновременного наложения двух предпосылок:

появление потенциала высокого напряжения на корпусе электроустановки (Н);
прикосновение человека к корпусу (К).

Событие Н явилось следствием возникновения любого из двух других исходных событий - предпосылок:

снижения сопротивления изоляции (А) или
касания токоведущими частями электроустановки её корпуса по причине их раскрепления (В).

Событие (К) явилось следствием одной из трех предпосылок:
необходимостью ремонта (Е) ;
технического обслуживания (Т);
использование электроустановки по прямому назначению (И).

Задание 13. Построить дерево отказов, если негативное последствие - поражение человека электрическим током (событие Р). Оно является результатом одновременного наложения двух предпосылок:

появление потенциала высокого напряжения на корпусе электроустановки (Н);
нахождение человека на токопроводящем основании (О).

Событие Н явилось следствием возникновения любого из двух других исходных событий - предпосылок:

снижения сопротивления изоляции (А) или
касания токоведущими частями электроустановки её корпуса по причине их раскрепления (В).

Событие О могло быть обусловлено двумя исходными предпосылками:
нахождением человека на металлическом полу (С) или
касанием человеком заземленных элементов здания (Д).

Задание 14. Построить дерево отказов, если негативное последствие – травмирование работников путевого хозяйства подвижным составом, проходящим через железнодорожную станцию (событие М). Оно является результатом одновременного наложения следующих предпосылок:

опасное приближение рабочих к подвижному составу, проходящему по смежным путям (П);

локомотивная бригада экстренно не остановила поезд (Л).

Событие П явилось следствием одного из двух исходных событий:
невнимание рабочих и выход на путь, открытый для движения поезда (Н);

преднамеренные действия одного из работников (Д).

Событие Л явилось следствием любого из исходных событий:
несвоевременная фиксация машинистом поезда сигналов запрета движения по станции (Ф);

запоздалое информирование машиниста скорого поезда диспетчером об очистке путей рабочими (И);

отказ устройств управления экстренной остановкой скорого поезда (Э);

Задание 15. Авария на производстве – внезапный выброс горючего, которое является аварийно химически опасным веществом (В). Авария произошла при заправке летательного аппарата из-за пролива криогенного ракетного горючего (сжиженного водорода).

Предпосылками этого события могли быть:

несвоевременное отключение насосов (Н)

переполнение баков заправляемого самолета или ракеты (П)

Событие Н явилось следствием любой из предпосылок:

оператор не знал о необходимости отключения насоса (О);

обрыв цепей управления насосом подачи горючего (Ц);

система автоматической выдачи дозы не смогла выдать команду на отключение насосов (Д).

Событие П явилось следствием любой из предпосылок:

отказ датчика уровня в баке горючего (Б);

отказ средств передачи сигнала от датчиков объема дозы (С).

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие существуют логические графы анализа происшествий?
2. Какая логика используется при построении деревьев событий и деревьев отказов?
3. Какие символы событий используются при построении дерева отказов?
4. Какие логические символы используют при построении дерева отказов?
5. Перечислите стадии анализа опасностей.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Тема занятия: «Оценка параметров микроклимата»

1. Теоретическая часть

Микроклимат – совокупность метеорологических условий на определенной территории, созданных искусственно или обусловленных естественными особенностями местности.

Пример искусственно созданного микроклимата – микроклимат на рабочих местах производственных помещений.

К параметрам микроклимата относят:

температуру воздуха, $t, ^\circ\text{C}$;

относительную влажность воздуха, $\phi, \%$;

скорость движения воздуха на рабочем месте, $V, \text{м/с}$;

барометрическое давление, $P, \text{мм рт.ст, Па}$;

интенсивность теплового излучения, $E, \text{Вт/м}^2$ и др.

Параметры микроклимата нормируют на постоянных и непостоянных рабочих местах в рабочей зоне производственных помещений.

В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны», «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений» № 4088-86, СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» установлены **оптимальные и допустимые** метеорологические условия для рабочей зоны помещения.

При их выборе учтены:

Период года. Выделяют два периода: холодный и теплый.

Категория тяжести работы.

Различают:

Легкие работы (категории I) – работы, выполняемые сидя или стоя, не требующие систематического физического напряжения (работа

контролеров, в процессах точного приборостроения, конторские работы и др.), с затратой энергии до 172 Вт (150 ккал/ч).

Легкие работы подразделяют на **категорию Ia** (затраты энергии до 139 Вт (120 ккал/ч)) и **категорию Ib** (затраты энергии 140...172 Вт (121–150 ккал/ч)).

Работы средней тяжести (категория II) – работы с затратами энергии 172...232 Вт (151-200 ккал/ч) (**категория IIa**) и 232...293 Вт (201-250 ккал/ч) (**категория IIb**).

В категорию IIa входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию IIb – работы, связанные с ходьбой и переносом небольших (до 10 кг) тяжестей (в механосборочных цехах, текстильном производстве, при обработке древесины и др.);

Тяжелые работы (категория III) – работы с затратой энергии более 293 Вт (250 ккал/ч). Эта категория работ связана с систематическим физическим напряжением, в частности с постоянным передвижением, с переносом значительных (более 10 кг) тяжестей (в кузнечных, литейных цехах с ручными процессами и др.).

Энергозатраты для работ различной категории тяжести приведены в таблице 3.1.

Отнесение производственных помещений к той или иной категории работ производят по категории работ, выполняемых 50 % и более работающих в данном помещении.

Таблица 3.1 – Энергозатраты для работ различной категории тяжести

Категория работ	Энергозатраты	
	ккал/ч	Вт
Легкие Ia	до 120	до 139
Легкие Ib	121–150	140–171
Средние IIa	151–200	175–232
Средние IIb	201–250	233–290
Тяжелые III	>250	>290

Нагревающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место нарушение теплообмена человека с окружающей природной средой, выражающееся в накоплении тепла в организме выше верхней границы оптимальной величины (более 0,8 кДж/кг) и появлении общих или локальных дискомфортных теплоощущений.

Охлаждающий микроклимат – сочетание параметров микроклимата, при котором имеет место изменение теплообмена организма, приводящее к образованию общего или локального дефицита тепла в организме.

Характеристика помещений по избыткам явной теплоты

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, инсоляции на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать:

35 Вт/м² – при облучении 50 % поверхности тела человека и более;

70 Вт/м² – при облучении 25...50 % поверхности тела;

100 Вт/м² – при облучении не более 25 % поверхности тела.

Понятия **оптимальные и допустимые микроклиматические условия** в рабочей зоне производственного помещения установлены ГОСТ 12.1.005–88.

Одной из наиболее адекватных, хотя и сравнительно сложных, методик гигиенической оценки микроклимата является **непосредственный расчет прямого показателя тепловой нагрузки на организм по основному уравнению теплового баланса.**

В этом уравнении учтены главные факторы, оказывающие влияние на изменение содержание тепла в организме человека. Оно имеет вид

$$\pm Q = M \pm C \pm R \pm T - E, \quad (3.1)$$

где Q – тепловая нагрузка на организм (накопление или дефицит тепла);

M – теплопродукция организма (метаболическое тепло, составляющее 67-75% от энергозатрат);

C – конвекционный обмен организма и окружающего воздуха;

R – тепловой поток излучением;

T – тепловой поток теплопередачей;

E – отдача тепла организма испарением воды с поверхности тела и дыхательных путей.

В данной формуле величины R и C могут быть отрицательными, если теплоотдача происходит путем радиации и конвекции, или положительными, если в результате теплообмена организм получает тепло этими путями, что определяется различием между температурой кожи и температурой окружающих поверхностей (для R) или температурой кожи и температурой воздуха (для C).

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется в следующем образом:

на первом этапе класс (подкласс) условий труда определяется по температуре воздуха;

на втором этапе класс (подкласс) условий труда корректируется в зависимости от влажности воздуха, скорости движения воздуха и (или) теплового излучения (экспозиционной дозы теплового излучения).

Экспозиционная доза теплового облучения (ДЭО) – расчетная величина, вычисленная по формуле

$$ДЭО = I_{mo} * S * t, \quad (3.2)$$

где I_{mo} – интенсивность теплового облучения, Вт/м²;

S – облучаемая площадь поверхности тела, м²;

t – продолжительность облучения за рабочую смену, ч.

При определении облучаемой поверхности тела необходимо производить ее расчет с учетом доли (%) каждого участка тела: голова и шея – 9, грудь и живот – 16, спина – 18, руки – 18, ноги – 39. Общая площадь тела в среднем человека составляет 1,8 м².

При этом количество измерений параметров микроклимата на каждом рабочем месте устанавливается в зависимости от особенностей

технологического процесса. В случае наличия у работника одного рабочего места достаточным является их однократное измерение.

В соответствии с Р 2.2.2006-05 «Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» для оценки нагревающего микроклимата в помещении независимо от периода года используется интегральный показатель – **тепловая нагрузка среды (ТНС - индекс)**.

ТНС– индекс рассчитывают по уравнению

$$TNC = 0,7 * T_{вл} + 0,3 * T_{ш}, \quad (3.3)$$

где $T_{вл}$ – температура мокрого термометра аспирационного психрометра, °С;

$T_{ш}$ – температура шарового термометра, °С.

TNC – индекс – эмпирический интегральный показатель (выраженный в °С), отражающий сочетанное влияние температуры воздуха, скорости его движения, влажности и теплового облучения на теплообмен человека с окружающей средой.

При расчете абсолютной влажности используют формулу Ренье.

$$P = (P_{нас} - A * (T_c - T_v) * P_b), \quad (3.4)$$

где $P_{нас}$ – парциальное давление насыщенных паров при температуре мокрого термометра, Па (приложение Б);

P_b – барометрическое давление, Па;

T_c – показания "сухого" термометра, °С;

T_v – показания "мокрого" термометра, °С;

A – психрометрический коэффициент (таблица 3.2). Значение его зависит от скорости движения воздуха около баллончиков термометров психрометра.

Таблица 3.2 – Величина психрометрического коэффициента

V ,м/с	0,13	0,20	0,40	0,80	2,30	4,00
A	0,0013	0,0011	0,0009	0,0008	0,0007	0,00067

Относительную влажность определяют по формуле

$$\varphi = 100 * \frac{P}{P_n}, \quad (3.5)$$

где P_n – парциальное давление насыщенных паров при температуре сухого термометра, Па (приложение Б).

Определить дефицит влажности воздуха по формуле

$$B = \frac{(P_n - P_{нас})}{P_n} * 100, \% \quad (3.6)$$

Пример расчета

По аспирационному психрометру $T_c = 17^\circ\text{C}$, $T_b = 12^\circ\text{C}$. Барометрическое давление $P_b = 102000$ Па, $V = 0,2$ м/с.

Определить относительную влажность воздуха и дефицит влажности.

$$\varphi = \frac{100 * (1400 - 0,0011 * (17 - 12) * 102000)}{1920} = 43,6\%$$

при $T_b = 12^\circ\text{C}$ $P_{нас} = 1400$ Па, при $T_c = 17^\circ\text{C}$ $P_n = 1920$ Па

По приложению Б находим парциальное давление насыщенных паров

Дефицит влажности

$$B = \frac{(1920 - 1400)}{1920} * 100 = 27\%$$

Количество воздуха, поступающего в помещение, Q , м³/ч (воздухообмен), определяют по формуле

$$Q = V_{ср} * F * 3600, \quad (3.7)$$

где $V_{ср}$ – средняя скорость воздуха, м/с;

F – площадь сечения в месте замера, м².

Кратность воздухообмена (1/час) по формуле

$$N = \frac{Q}{V}, \quad (3.8)$$

где Q – воздухообмен в помещении, м³/ч;

V – объем помещения, м³.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Определить параметры микроклимата по следующим исходным данным (таблица 3.3). И провести их оценку на соответствие

требованиям нормативных документов. Результаты представить в виде таблиц 3.4 и 3.5.

Таблица 3.3 – Исходные данные для расчета

Вариант	Т сух, °С	Т вл, °С	Т шар, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Барометрическое давление, Па	Категория тяжести работ	Период года
1	25	23	24	1	100000	П а	теплый
2	28	25	25	2	95000	П б	холодный
3	26	24	23	3	98000	І б	теплый
4	24	20	22	2	100000	П а	холодный
5	20	17	21	1	90000	П б	холодный
6	19	15	24	1,3	95000	І б	холодный
7	28	24	25	2	98000	П а	теплый
8	25	23	26	3	100000	І а	холодный
9	27	20	24	3	90000	П а	теплый
10	25	20	23	2	100000	П б	холодный
11	24	19	27	4	95000	І б	холодный
12	23	17	26	3	100000	П а	теплый
13	28	20	27	2	95000	П а	теплый
14	29	23	24	1	100000	ІІІ	теплый
15	30	22	26	1,5	98000	І а	теплый
16	26	21	25	3	100000	П а	холодный
17	30	24	22	2	98000	І б	теплый
18	27	25	28	4	100000	П б	теплый
19	25	23	24	3	98000	І а	теплый

20	27	22	25	2	96000	II а	теплый

Таблица 3.4

Вариант	Барометрическое давление Р, Па	Показания термометров, °С		Абсолютная влажность Р, %	Относительная влажность R, %	
		сухого	мокрого		по таблице	по формуле

Таблица 3.5 – Оценка полученных результатов

Период года	Категория работы	Температура воздуха Т, °С			Относительная влажность φ, %			Скорость движения воздуха V, м/с			Время пребывания на
		измеренная	оптимальная	допустимая	измеренная	оптимальная	допустимая	измеренная	оптимальная	допустимая	

Задание 2. На космическом корабле отказала вентиляционная система. За счет каких способов теплопередачи будет осуществляться теплообмен космонавтов с окружающей средой?

Задание 3. На расстоянии 2 м от горячей печки подвесили два термометра. Один из них спиртовой, а другой ртутный. Термометры исправны. Одинаковы ли будут у них показания, а если нет, то почему?

Задание 4. На освещенной солнцем стороне здания висят два исправных термометра - спиртовой и ртутный. Одинаковые ли у них показания, а если нет, то какой из них показывает более высокую

температуру и почему?

Задание 5. Нужно ли осушать или увлажнять воздух, поступающий с улицы, если относительная влажность воздуха на улице 100% при +4 °С, а относительная влажность воздуха в цехе должна быть в пределах оптимальных значений при температуре +22 °С? (Максимальная влажность воздуха при +22 °С в 3 раза выше, чем при +4 °С.)

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Перечислите параметры, характеризующие микроклимат в рабочей зоне производственных помещений.
2. Что такое рабочая зона и в каких точках необходимо производить замеры параметров микроклимата?
3. Что такое оптимальные микроклиматические условия?
4. В чем отличие оптимальных микроклиматических условий от допустимых?
5. Что положено в основу классификации работ, производимых человеком? Перечислите категории тяжести работ.
6. Как классифицируются виды работ по степени тяжести?
7. Как происходит теплоотдача человеческого организма, из каких составляющих складываются потери тепла?

Приложение А

Психрометрическая таблица для от температур от 0 до 29 °С по мокрому термометру

**	Разность показаний «сухого» и «мокрого» термометров																				
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7	3					
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11	7					
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14	10					
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	20	21	17	13	10				
4	100	91	84	71	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20	16	14	11			
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23	19	17	13	10		
6	100	92	85	78	72	68	61	56	50	45	41	35	33	29	25	22	19	16	13	10	
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28	25	22	18	15	12	10
8	100	93	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30	27	25	21	18	15	14
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32	29	27	24	21	18	17
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34	31	28	26	23	21	19
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36	33	30	28	25	23	20
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38	35	32	30	27	25	22
13	100	94	88	84	78	73	68	63	59	57	53	50	46	43	40	37	34	32	29	27	24
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41	39	36	34	31	29	26
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43	41	37	35	33	31	28
16	100	94	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44	42	39	37	34	32	30
17	100	95	90	85	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46	44	40	39	36	34	31
18	100	95	90	85	81	76	74	68	66	62	59	56	53	50	47	45	42	40	37	35	33
19	100	95	91	86	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48	46	43	41	39	37	34
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49	47	44	43	40	38	36
21	100	95	91	87	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51	49	46	44	41	39	37
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52	50	47	45	42	40	38
23	100	95	91	88	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	46	43	41	39
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53	52	49	47	44	42	40
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54	52	50	47	45	44	42
26	100	96	92	89	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56	53	51	48	47	45	43
27	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	67	64	61	59	56	54	52	50	48	46	44
28	100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	53	51	49	47	45
29	100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	68	65	63	60	58	55	54	52	50	48	46
**- показания "сухого" термометра															58	55	54	52	50	48	46

Приложение Б

Парциальное давление насыщенных водяных паров при разных температурах

Показания «сухого» и +«мокрого» термометров	Парциальное давление, Па	Показания «сухого» и «мокрого» термометров	Парциальное давление, Па
0	614	16	1807
5	873	17	1920
6	948	18	2050
7	1003	19	2182
8	1074	20	2322
9	1145	21	2529
10	1224	22	2624
11	1303	23	2789
12	1400	24	2962
13	1490	25	3144
14	1590	30	4212
15	1695	40	7330

Приложение В

Классы условий труда по показателю WBGT - индекса для производственных помещений и открытых территорий в
теплый период года (°С)

Категория работ*	Общие энергозатраты, Вт/м ²	Класс условий труда						
		Оптимальный 1	Допустимый 2	Вредный 3				Опасный (экстремальный) 4
				1 степени 3.1	2 степени 3.2	3 степени 3.3	4 степени 3.4	
Ia	68(58-77)	21,0 – 23,4	23,5 – 25,4	25,5 – 26,6	26,7 – 27,4	27,5 – 28,6	28,7 – 31,0	> 31,0
Iб	88(78 – 97)	20,2 – 22,8	22,9 – 25,8	25,9 – 26,1	26,2 – 26,9	27,0 – 27,9	28,0 – 30,3	> 30,3
IIa	113(98-129)	19,2 – 21,9	22,0 – 25,1	25,2 – 25,5	25,6 – 26,2	26,3 – 27,3	27,4 – 29,9	> 29,9
IIб	145(130-160)	18,2 – 20,9	21,0 – 23,9	24,0 – 24,2	24,3 – 25,0	25,1 – 26,4	26,5 – 29,1	> 29,1
III	177(161-193)	17,0 – 18,9	19,0 – 21,8	21,9 – 22,2	22,3 – 23,4	23,5 – 25,7	25,8 – 27,9	> 27,9

По ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ « Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

Приложение Г

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне
производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура, °С					Относительная влажность		Скорость движения, м/с	
		опти- мальная	допустимая				оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных	оптимальная не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных
			Верхняя граница		Нижняя граница					
			на рабочем месте							
			постоянны х	непостоянн ых	постоянн ых	непостоян- ных				
Холодный	Легкая - Ia	22-24	25	26	21	18	40-60	75	0,1	не более 0,1
	Легкая -Iб	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	не более 0,2
	Средней тяжести-IIа	18-20	23	24	17	15	40-60	75	0,2	не более 0,3
	Средней тяжести - IIб	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	не более 0,4
	Тяжелая – III	16-18	19	20	13	12	40-60	75	0,3	не более 0,5
Теплый	Легкая – Ia	33-25	28	30	22	20	40-60	55 (при 28 °С)	0,1	0,1-0,2
	Легкая -Iб	32-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3
	Средней тяжести- IIа	31-23	27	29	18	17	40-80	85 (при 28 °С)	0,3	0,2-0,4
	Средней тяжести –IIб	30-22	27	29	16	15	40-60	70 (при 25 °С)	0,3	0,2-0,5
	Тяжелая – III	18-20	26	28	18	13	40-60	75 (при 24 °С)	0,4	0,2-0,6

Приложение Д

Отнесение условий труда к классам (подклассам) условий труда в зависимости от величины показателей микроклимата (температура, скорость движения, влажность воздуха, тепловое излучение) при работе в помещении с нагревающим микроклиматом

Показатель	Категория работ ¹	Класс (подкласс) условий труда					
		оптимальный	допустимый	вредный			
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4
Температура воздуха, °С	Ia	22,0 – 24,0	24,1 – 25,0	Определяется величиной ТНС-индекса (в соответствии с приложением № 13 к Методике проведения специальной оценки условий труда, утвержденной приказом Минтруда России от _____ № _____ (зарегистрирован Минюстом России _____ № _____)).			
	Iб	21,0 – 23,0	23,1 – 24,0				
	IIa	19,0 – 21,0	21,1 – 23,0				
	IIб	17,0 – 19,0	19,1 – 22,0				
	III	16,0 – 18,0	18,1 – 21,0				
Скорость движения воздуха, м/с	Ia	≤0,1	≤0,1	Учитывается при определении ТНС-индекса. При скорости движения воздуха большей или равной 0,6 м/с – по данному показателю условия труда признаются вредными условиями труда (подкласс 3.1).			
	Iб	≤0,1	≤0,2				
	IIa	≤0,2	≤0,3				
	IIб	≤0,2	≤0,4				
	III	≤0,3	≤0,4				
Влажность воздуха, %	I- III	60-40	15–<40; >60 - 75	Учитывается при определении ТНС-индекса. При влажности воздуха <15-10% – по данному показателю условия труда признаются вредными условиями труда (подкласс 3.1); при влажности воздуха < 10% – по данному показателю условия труда признаются вредными условиями труда (подкласс 3.2).			
Интенсивность теплового излучения (I _{то}), Вт/м ²	I- III	-	≤140	141–1500	1501–2000	2001–2500	2501–2800
Экспозиционная доза теплового облучения ² , Вт·ч	I- III		500	1500	2 600	3 800	4 800

¹

²

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

Тема занятия: «Способы организации вентиляции и кондиционирования для создания благоприятных микроклиматических условий на рабочем месте, определение требуемой производительности»

1. Теоретическая часть

Многие помещения на предприятиях отличаются большими размерами, обращением больших масс воды, газов, аэрозолей. Это создает определенные трудности в решении задач нормализации микроклимата.

Среди технических мероприятий по нормализации микроклимата – вентиляция и кондиционирование.

Системы вентиляции служат для удаления из помещения загрязненного или нагретого воздуха и подачи в него чистого. Их классификация [4] представлена на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Классификация систем вентиляции

Системы кондиционирования воздуха обеспечивают создание и автоматическое поддержание в помещении заданных параметров воздушной среды независимо от меняющихся метеоусловий.

Основные принципы, которыми руководствуются при выборе схем подачи – удаления воздуха в помещении и организации вентиляции (кондиционирования):

- подача приточного воздуха (общеобменный приток) предусматривается в зону дыхания, приточные струи не должны проходить через загрязненные зоны помещения;
- удаление воздуха целесообразно осуществлять непосредственно от мест образования вредных выделений (местные отсосы, зонты и другие укрытия систем местной вентиляции);
- общеобменная вытяжка устраивается из зон помещения с наибольшим загрязнением воздуха;
- соотношение между потоками подаваемого и удаляемого из помещений воздуха выбирают таким образом, чтобы обеспечить направление и достаточный расход воздуха, перетекающего из «чистых» помещений в «загрязненные» смежные помещения;
- в здании и отдельных его частях и секциях, как правило, должен быть полный баланс между суммарным притоком и суммарной вытяжкой.

В большинстве помещений гражданских зданий для общеобменной вентиляции приточные и вытяжные устройства размещают в верхней зоне помещения.

В жилых и общественных зданиях приток наружного воздуха - через открывающиеся окна, неплотности наружных строительных ограждений, вытяжка канальная с естественным побуждением движения воздуха. Вытяжные отверстия, закрытые декоративными решетками размещают в кухнях, санузлах и ванных комнатах.

Подачу и удаление вентиляционного воздуха в помещениях гостиниц, в кабинетах, служебных помещениях, проектных залах, библиотеках и других помещениях административно-управленческих зданий предусматривают по схеме «сверху-вверх».

Вентиляция предназначена для создания **требуемого воздухообмена** – минимальный воздухообмен, определяемый по одному из видов вредных выделений (вредных веществ, влаги, явного тепла) в один из расчетных периодов года.

Основной метод определения его – балансовый. При расчете этим методом целесообразно расчет требуемого воздухообмена проводить только по **избыткам явной теплоты** [4].

Воздухообмен в зависимости от конкретных условий рассчитывают по следующим формулам.

При выделении явной теплоты воздухообмен определяют по формуле [2]:

$$L = \frac{3600 * Q_{я}}{\rho * c * (t_y - t_n)}, \quad (4.1)$$

где L – требуемое количество приточного воздуха, м³/ч; $Q_{я}$ – избытки явного тепла, Вт; c – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, равная 1 кДж/кг град; ρ – плотность приточного воздуха, для стационарных условий принимается 1,2 кг/м³; t_y – температура удаляемого воздуха, °С; t_n – температура приточного воздуха, °С.

Температуру удаляемого воздуха из помещения с теплоизбытками можно определить по формуле [4]:

$$t_y = t_{p.z} + a \cdot (h - 2), \text{°С}, \quad (4.2)$$

где $t_{p.z}$ – температура в рабочей зоне (на высоте 2 м от пола), °С; a – нарастание температуры в градусах на каждый метр высоты выше 2 м; принимается для помещений с небольшими тепловыделениями 0,5 °С, с большими тепловыделениями 0,7 – 1,5 °С; h – высота помещения, м.

Для помещений высотой до 4 м увеличение температуры по высоте практически можно не учитывать.

При выделении избытков водяных паров воздухообмен рассчитывается по формуле :

$$L = \frac{G}{\rho \cdot (d_y - d_i)}, \quad (4.3)$$

где $G_{вл}$ – масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч; d_y – содержание влаги в удаляемом из помещения воздухе, г/кг; d_n – содержание влаги в наружном воздухе, г/кг; ρ – плотность приточного воздуха, кг/м³.

При выделении газообразных или парообразных вредных веществ воздухообмен определяют по формуле :

$$L = \frac{G * \psi}{ПДК_{рз} - C_{пр}} \quad (4.4)$$

где L – требуемое количество поступающего воздуха, м³/ч; G – масса вредных паров или газов, мг/ч; ψ – коэффициент неравномерности распределения вредных веществ в воздухе рабочей зоны (1,2 – 2,0); $C_{пр}$ – концентрация вредного вещества в поступающем воздухе (принимается равным от 0 до 30 % ПДК), мг/м³; $ПДК_{рз}$ – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе, мг/м³.

Кратность воздухообмена (n) находят по формуле:

$$n = \frac{L}{V}, 1/\div, \quad (4.7)$$

где L – величина воздухообмена, м³/ч; V – объем помещения, м³.

2. Примеры решения задач

Задача 1. В цехе в процессе пайки выбрасывается в воздух 14 мг свинца в час. Какую кратность воздухообмена должна обеспечивать вентиляционная установка, если ПДК свинца в воздухе 0,01 мг/м³, а размеры цеха 20 х 40 х 5 м?

Решение:

Воздухообмен для удаления вредных веществ определим по формуле (3.4).

Интенсивность выделения вредных веществ по условию – 14 мг/ч; коэффициент неравномерности распределения вредных веществ в воздухе рабочей зоны принимаем равным 1,5; $ПДК_{pz}$ – 0,01 мг/м³; концентрацию вещества в приточном воздухе принимаем равным 0 мг/м³.

Рассчитаем требуемую производительность вентиляционной установки

$$L = \frac{14 * 1,5}{0,01 - 0} = 2100 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кратность воздухообмена (n) определим по формуле (3.5), объем помещения, м³, $V = 20 \cdot 40 \cdot 5 = 4000 \text{ м}^3$:

$$n = \frac{2100}{4000} = 0,5 \text{ 1/ч}$$

Задача 2. В воздухе помещения содержится два вредных вещества – свинец и хлор. ПДК на эти вещества составляет соответственно 0,01 и 1 мг/м³. Какова допустимая концентрация хлора в воздухе помещения, если фактическое значение концентрации свинца 0,009 мг/м³?

Решение:

Так как свинец и хлор обладают разнонаправленным действием (формула (3.6)), то допустимая концентрация хлора в помещении не должна превышать ПДК этого вещества, то есть 1 мг/м³.

Задача 3. На улице 16 градусов мороза. Вентиляционная установка подает с улицы в цех 1000 м³/ч воздуха. Какую мощность должна иметь нагревательная установка, если в цехе необходимо поддерживать температуру 20 С (удельную теплоемкость считать равной 1 кДж/кг·°С, а плотность воздуха – 1 кг/м³)?

Решение:

Воздухообмен для удаления избытков явного тепла определяют по формуле (3.1).

Тогда необходимое количество тепла, которое необходимо передать вентиляционному воздуху

$$Q_{\text{я}} = \frac{I * \rho * c * (t_{\text{ух}} - t_{\text{пр}})}{3600} = \frac{1000 * 1 * 1000 * (20 - (-16))}{3600} = 10000 \text{ Дж/с}$$

Задача 4. Какую минимальную кратность воздухообмена должна обеспечивать вентиляционная установка в цехе размерами 20 x 50 x 10 м, если в нем занято 100 чел., а естественная вентиляция и вредные вещества отсутствуют?

Решение:

Расход наружного воздуха может быть определен по нормам на 1 человека в час, которые приведены в СНиП 21-01-03 «Отопление, вентиляция и кондиционирование».

В частности, если в помещении **присутствует естественная вентиляция** и объем помещения, приходящийся на одного работника, не превышает 20 м³, то необходимый воздухообмен на одного человека – не меньше 30 м³/ч. При **наличии естественной вентиляции** объем помещения на одного человека превышает 20 м³, то необходимый воздухообмен – не меньше 20 м³/ч на человека. **При отсутствии естественной вентиляции** независимо от объема помещения эта величина составляет 60 м³/ч.

Тогда, для условия данной задачи при отсутствии естественной вентиляции независимо от объема помещения минимальный воздухообмен в помещении составит 100·60 = 6000 м³/ч.

Кратность воздухообмена, определенная по формуле (4.7), составит

$$n = \frac{6000}{10000} = 0,61/\div.$$

Задача 5. В помещение на собрание пришли 69 человек. Объем помещения 980 м³. Определить через какое время после начала собрания нужно включить приточно-вытяжную вентиляцию, если помещение расположено в г. Ставрополь. Категория тяжести работ – I.

Решение:

В помещениях большого объема возможно начинать вентилирование не сразу, а после того, как концентрация вредности достигнет допустимого предела. Этот промежуток времени может быть определен по формуле:

$$\tau = \frac{V \cdot (C_{\text{пред}} - C_n)}{z}, \text{ мин} \quad (4.9)$$

где V – объем помещения, м³; $C_{\text{пред}}$ – предельно допустимая концентрация вредного вещества, мг/м³ ($\text{ПДК}_{\text{CO}_2} = 20 \text{ мг/м}^3$); C_n – начальная концентрация вредного вещества в помещении, мг/м³; z – количество вредных веществ, выделяющихся в помещение, мг/ч (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Зависимость количества выделяемого человеком углекислого газа от характера выполняемой работы и возраста

Характер работы. Возраст людей	Количество углекислого газа, выделяемого людьми	
	г/ч	л/ч
Взрослые при физической работе:		
Легкая (I категория)	45	30
Средней тяжести (II категория)	56	38
Тяжелая (III категория)	63	45
Взрослые в состоянии покоя	35	23
Дети до 12 лет	18	12

Определяем время, через которое необходимо включить вентиляцию:

$$\tau = \frac{5443 \cdot (20 - 0,03)}{69 \cdot 45000} = 0,035 \text{ мин} \approx 2,1 \text{ мин}$$

Следовательно, вентиляции следует включить через 2,1 минуты после начала собрания.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. В цехе в процессе пайки выбрасывается в воздух 20 мг свинца в час. Какую кратность воздухообмена должна обеспечивать вентиляционная установка, если ПДК свинца в воздухе 0,01 мг/м³, а размеры цеха 32 x 40 x 5 м?

Задание 2. В процессе нанесения лакокрасочных покрытий в воздух цеха выбрасывается 14 г ацетона в час. Какую кратность воздухообмена

должна обеспечивать вентиляционная установка, если ПДК ацетона 200 мг/м^3 , а размеры цеха $10 \times 20 \times 5 \text{ м}$?

Задание 3. В цехе лакокрасочных покрытий с обезжиренных деталей в час испаряется 105 г бензина. Какую кратность воздухообмена должна обеспечивать вентиляционная установка, если ПДК бензина 300 мг/м^3 , а размеры цеха $20 \times 20 \times 5 \text{ м}$?

Задание 4.. Крашенные стены сохнут 24 часа. За это время в воздух помещения испаряется 1,44 кг растворителя. Какую кратность воздухообмена должна обеспечивать форточка в окне, чтобы в помещении можно было находиться все это время, если ПДК растворителя 300 мг/м^3 , а размеры помещения $4 \times 5 \times 2,5 \text{ м}$? (Считать, что растворитель поступает в воздух помещения равномерно в течение 24 ч, а уличный воздух паров растворителя не содержит.)

Задание 5. На улице 2 градуса тепла. Вентиляционная установка подает с улицы в цех $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ воздуха. Какую мощность должна иметь нагревательная установка, если в цехе необходимо поддерживать температуру 20°C ? (Удельную теплоемкость считать равной $1 \text{ кДж/кг}\cdot\text{град}$, а плотность воздуха 1 кг/м^3 .)

Задание 6. В воздухе помещения содержится 3 вредных вещества – свинец, ртуть и марганец. ПДК этих веществ составляет соответственно 0,01, 0,05 и $0,05 \text{ мг/м}^3$. Какова допустимая концентрация марганца в воздухе, если концентрация свинца 0,005, а ртути $0,01 \text{ мг/м}^3$?

Задание 7. Для промывки деталей используется ацетонобензиновая смесь в соотношении 1/2. Какова допустимая концентрация каждого из компонентов этой смеси в воздухе помещения, если ПДК ацетона 200 мг/м^3 , а ПДК бензина 300 мг/м^3 ?

Задание 8. В цехе объемом 10000 м^3 с кратностью воздухообмена 3 1/ч использовалось вредное вещество с ПДК $0,01 \text{ мг/м}^3$. Допустимо ли было работать в этом цехе раньше и не потребуется ли реконструкция вентиляции

в цехе, если это вредное вещество будет заменено другим, с ПДК 0,05 мг/м³, а утечка его в цех останется на прежнем уровне – 0,9 г/ч?

Задание 9. В цехе размером 10 х 20 х 5 м с кратностью воздухообмена 3 1/ч для промывки деталей использовалась спиртобензиновая смесь в соотношении 1/1. Допустимо ли было работать в этом цехе раньше и не потребуется ли реконструкция вентиляции в цехе, если промывка деталей будет осуществляться чистым бензином с ПДК 300 мг/м³, а утечка его в цех останется на прежнем уровне – 660 г/ч? (ПДК этилового спирта 1000 мг/м³.)

Задание 10. В цехе размерами 20 х 50 х 10 м вентиляционная установка обеспечивает кратность воздухообмена 0,5 1/ч. Достаточно ли производительность вентиляционной установки, если в цехе занято 100 чел, а естественная вентиляция и вредные вещества отсутствуют?

Задание 11. После ремонта вентиляционной установки в сталелитейном цехе контрольные замеры показали, что в цехе избыточное давление по отношению к соседним помещениям. Можно ли эксплуатировать вентиляционную установку?

Задание 12. Какова должна быть производительность и кратность общеобменной вентиляции аудитории, в которой находятся N студентов, если размеры ее АхВхН. В помещении возможно естественное проветривание. Задания выбрать по таблице 2.13.

Таблица 4.2 – Исходные данные

Параметры	Варианты								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N	20	30	40	50	60	55	35	27	38
A	12	18	24	36	36	24	18	24	36
B	18	24	36	48	42	54	36	42	54
H	4.2	3.6	4.2	4,2	6,0	6,0	4,8	3,6	4,8

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие признаки классификации систем вентиляции Вы знаете?

2. Перечислите основные принципы организации вентиляции в помещениях жилых и общественных зданий.
3. Назовите основные принципы, которыми руководствуются при выборе схем подачи - удаления воздуха в помещениях.
4. По какой схеме организуют циркуляцию воздуха в помещениях административных зданий, в производственных помещениях?
5. Какие элементы включает приточная вентиляционная установка?
6. Какие элементы входят в состав вытяжной вентиляционной установки?
7. Что такое кондиционирование?
8. В чем принципиальное отличие неполного кондиционера от системы механической вентиляции?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Тема занятия: «Принципы формирования световой среды в рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет естественного освещения»

1. Теоретическая часть

Правильно организованное освещение играет существенную роль в снижении травматизма, уменьшении потенциальной опасности многих производственных факторов, создает нормальные условия работы, повышает общую работоспособность, способствует полноценному отдыху.

Система **естественного освещения** должна обеспечивать:

- нормированные значения коэффициента естественной освещенности (КЕО) на рабочих местах или в расчетной точке помещения;
- регламентируемые требования к равномерности распределения КЕО в рабочих зонах помещения;
- нормированное значение коэффициента запаса;
- максимальное время использования естественного света.

Естественное освещение с физиологической точки зрения наиболее благоприятно для человека.

Роль естественного освещения в формировании световой среды и его гигиеническая оценка представлены в виде графа на рисунке 2.1.

Различают естественное **боковое** освещение (через световые проемы, расположенные в наружных стенах), **верхнее** (через световые проемы, расположенные на крыше здания) и **комбинированное** – сочетание названных выше.

В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина – **коэффициент естественной освещенности (КЕО)**.

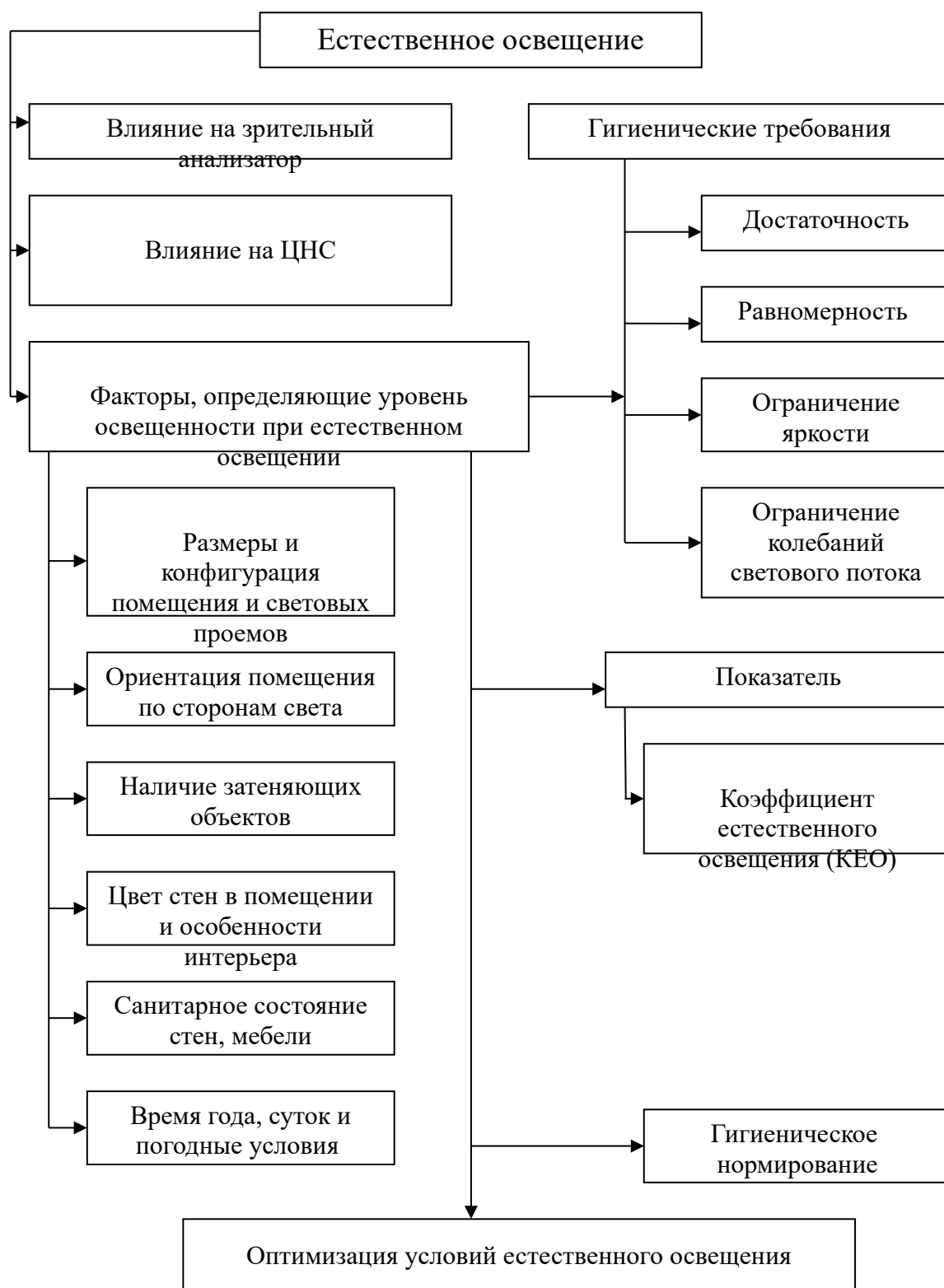


Рисунок 5.1 – Роль естественного освещения в формировании световой среды

Коэффициент естественной освещенности – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения ($E_{\text{вн}}$, лк) к одновременному

значению наружной горизонтальной освещенности (E_n , лк), создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в %.

$$KEO = \frac{E_{вн}}{E_n} \cdot 100, \% \quad (5.1)$$

Величина КЕО для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 10 %.

При **одностороннем боковом освещении** нормируют минимальное значение КЕО в точке, расположенной на пересечении вертикальной плоскости характерного разреза помещения и условной рабочей поверхности, на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов, а при двустороннем боковом освещении – в точке посередине помещения.

Нормированное значение КЕО (e_n) для зданий, расположенных в различных районах, определяют по формуле:

$$e_N = e_n \cdot m_N, \quad (5.2)$$

где N – номер группы обеспеченности естественным светом в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица А.2 Приложения А); e_n – нормативное значение КЕО, в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица А.1 Приложения А); m_N – коэффициент светового климата в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица А.3 Приложения А).

Полученные по этой формуле значения округляют до десятых долей.

Для обеспечения нормативной величины КЕО необходимо определить площадь световых проемов (окон и фонарей). Расчет световых проемов производится по формулам:

при боковом освещении

$$S_0 = \frac{e_N \cdot K_3 \cdot \eta_0 \cdot S_n}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{\text{за}}, \quad (5.3)$$

где e_N – нормируемое значение коэффициента естественной освещенности (таблица А.1 Приложения А); S_0 – площадь окон, м²; S_n – площадь пола, м²; K_3 – коэффициент запаса, принимается от 1,2 до 1,5; η_0 – световая

характеристика окон (таблица А.5 Приложения А); τ_0 – общий коэффициент светопропускания, определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4, \quad (5.4)$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала (таблица А.7 Приложения А); τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в конструкциях (таблица А.7 Приложения А); τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах световых проемов (при боковом освещении $\tau_3 = 1$); τ_4 определяют по таблице А.8 Приложения А; r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к заданию (таблица А.9 Приложения А); $K_{зо}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица А.6 Приложения А).

2. Примеры решения задач

Задача 1. Освещенность на улице 5000 лк. В помещении средняя освещённость, создаваемая естественным светом, 100 лк. Найдите КЕО.

Решение:

Коэффициент естественной освещенности определен по формуле (2.1):

$$KEO = \frac{100}{8000} * 100 = 1,3\%, .$$

Таким образом, КЕО составит 2,0 %.

Задача 2. В производственном помещении длиной $A = 12$ м, шириной $B = 12$ м и высотой $H = 3,0$ м выполняются зрительные работы средней точности (разряд IV). Освещение рабочей поверхности осуществляется через боковые световые проемы, характеризующиеся коэффициентом светопропускания $\tau_o = 0,85$.

Рассчитать площадь световых проемов при следующих значениях коэффициента светового климата и отражения: $m = 1,0$ и $r_{cp} = 0,4$.

Высота светового проема $H_{ок} = 2,4$ м.

Освещение одностороннее боковое. Глубина помещения составляет $(B - 1)$.

Решение:

В помещении выполняются зрительные работы средней точности.

В соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица А.1 Приложения А) нормируемая величина КЕО для IV разряда зрительных работ при боковом освещении составляет 1,5 %.

По условию коэффициент светового климата составляет 1,0 (при необходимости может быть определен по таблицам А.2, А.3 Приложения А).

Нормированное значение КЕО определено по формуле (2.2):

$$e_n = e_n \cdot m = 1,5 \cdot 1,0 = 1,5 \, \%$$

Предварительный расчет площади световых проемов при боковом освещении произведен по формуле (2.3):

$$100 \cdot \frac{S_o}{S_n} = \frac{e_n \cdot K_z \cdot \eta_o \cdot K_{zd}}{\tau_o \cdot r_1},$$

где S_o – площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении, m^2 ; S_n – площадь пола помещения, m^2 , $S_n = 144 m^2$; e_n – нормированное значение КЕО, %, $e_n = 1,5 \, \%$; K_z – коэффициент запаса (СНиП 23-05-95), $K_z = 1,3$ (таблица А.4 Приложения А); η_o – световая характеристика окон (таблица А.5 Приложения А). Отношение длины помещения к его глубине – 1,09, отношение глубины помещения к высоте от уровня условной рабочей поверхности до верха окна – 4,6, $\eta_o = 22$; K_{zd} – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица А.6 Приложения А), $K_{zd} = 1$; τ_o – общий коэффициент светопропускания, $\tau_o = 0,85$ (таблицы А.7, А.8 Приложения А); r_{cp} – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения и подстилающего слоя, прилегающего к зданию (таблица А.9 Приложения А); по условию $r_{cp} = 0,4$.

$$100 \cdot \frac{S_i}{144} = \frac{1,5 \cdot 1,3 \cdot 22 \cdot 1}{0,4 \cdot 0,85} = 181,7 \, m^2.$$

Задача 2. Определить нормируемое значение освещенности на рабочих местах, если известно, что в помещении применяется общее равномерное искусственное освещение, выполняется зрительная работа высокой точности, подразряд «а», длительность непрерывной работы составляет больше половины рабочего дня.

Решение:

В соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица Б.1 Приложения Б) указанной точности соответствует III разряд зрительной работы. Этому разряду и подразряду «а» соответствует нормируемое значение $E = 500$ лк.

Так как работа выполняется более половины рабочего дня, норма освещенности повышается на одну ступень (см. раздел СНиП 23-05-95 IV.4) и составляет в итоге $E = 600$ лк.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. В производственном помещении длиной A , шириной B и высотой H выполняются зрительные работы разряда K .

Освещение рабочей поверхности осуществляется через боковые световые проемы, характеризующиеся коэффициентом светопропускания τ .

Рассчитать площадь световых проемов при следующих значениях коэффициентов светового климата M и отражения P_{cp} .

Высота светового проема $H_{ок}$.

Указание: глубину помещения принять при одностороннем освещении $(B - 1)$ м, при двустороннем – $B/2$, м.

Исходные данные принять по таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета

Параметры	Предпоследняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A , м	48	60	12	36	18	24	48	72	18	60
B , м	36	36	12	18	12	24	24	42	18	24
H , м	4,8	4,8	3,0	4,2	3,6	3,6	4,2	5,4	3,6	4,8
K	V	VI	IV	V	IV	V	VI	VI	V	IV
Последняя цифра шифра										
$H_{ок}$, м	4,2	4,2	2,4	3,6	3,0	3,0	3,6	4,8	3,0	4,2

M	1,2	1,1	1,0	1,15	1,0	0,9	0,8	1,1	1,2	0,9
t	0,6 5	0,7 5	0,85	0,8	0,85	0,80	0,9	0,85	0,7	0,9 5
P_{cp}	0,4 5	0,4	0,4	0,35	0,4	0,35	0,5	0,35	0,4	0,4
Система бокового освещения	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

0, 2, 3, 4, 8 – одностороннее боковое освещение;
1, 4, 5, 6, 7, 9 – двухстороннее боковое освещение.

Задание 2. Освещенность на улице 3000 лк. В помещении средняя освещённость, создаваемая естественным светом, 100 лк. Найдите КЕО.

Задание 3. Определить требуемую величину КЕО в помещении, если выполняются зрительные работы разряда IV, а здание находится в Ставропольском крае. Ориентация окон – запад.

Задание 4. Определить требуемую величину КЕО в помещении, если выполняются зрительные работы разряда V, здание находится в Москве. Ориентация окон – юг.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Что такое естественное освещение?
2. Какой показатель регламентируется при оценке естественного освещения?
3. Как нормируется естественное освещение?
4. Какие показатели учитывают при расчете необходимой площади световых проемов?
5. Какие существуют основные количественные и качественные показатели искусственного освещения?

6. Приведите формулу для расчета освещенности как светотехнической величины.

7. Сколько выделяют разрядов зрительных работ в производственных помещениях при нормировании искусственного освещения?

8. Как нормируется искусственное освещение?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Естественное освещение		Совмещенное освещение	
			КЕО, e_n , %			
			при верхнем или комбин. освещ.	при боковом освещении	при верхнем или комбин. освещ.	при боковом освещении
Наивысшей точности	менее 0,15	I	-	-	6,0	2,0
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	-	-	4,2	1,5
Высокой точности	от 0,30 до 0,50	III	-	-	3,0	1,2
Средней точности	от 0,5 до 1,0	IV	4,0	1,5	2,4	0,9
Малой точности	от 1 до 5	V	3,0	1,0	1,8	0,6
Грубая (очень малой точности)	более 5	VI	3,0	1,0	1,8	0,6
Работа со светящимися материалами	более 0,5	VII	3,0	1,0	1,8	0,6
Общее наблюдение за ходом производственного процесса постоянное		VIIIa	3,0	1,0	1,8	0,6
периодическое		VIIIб	1,0	0,3	0,7	0,2

Таблица А.2

Номер группы	Административный район
--------------	------------------------

1	Московская, Смоленская, Владимирская, Калужская, Тульская, Рязанская, Кемеровская области, Мордовия, Башкортостан, Татария, Республика Саха (Якутия), Хабаровский край и др.
2	Брянская, Курская, Орловская, Белгородская, Воронежская, Тамбовская Ульяновская Волгоградская области, Северо-Осетинская республика, Кабардино-Балкарская Республика, Чеченская Республика, Ингушская республика и др.
3	Калининградская, Псковская, Новгородская, Тверская, Ярославская Ленинградская области, Карельская республика и др.
4	Архангельская, Мурманская области
5	Калмыцкая Республика, Ростовская, Астраханская области, Ставропольский край, Дагестанская республика, Приморский край.

Таблица А.3

Световые проемы	Ориентация световых проемов по сторонам горизонта	Коэффициент светового климата, m				
		Номер группы административных районов				
		1	2	3	4	5
В наружных стенах зданий	С	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	СВ, СЗ	1	0,9	1,1	1,2	0,8
	З,В	1	0,9	1,1	1,1	0,8
	ЮВ, ЮЗ	1	0,85	1,0	1,1	0,8
	Ю	1	0,85	1,0	1,1	0,75
В прямоугольных и трапециевидных фонарях	С, Ю	1	0,9	1,1	1,2	0,75
	СВ, ЮЗ, ЮВ, ЮЗ	1	0,9	1,2	1,2	0,7
	В,З	1	0,9	1,1	1,2	0,7

Таблица А.4 – Значения коэффициента запаса K_z

Помещения и территории	Коэффициент запаса (K_z)			
	Угол наклона светопропускающего материала к горизонту, градусы			
	0 – 15	16 – 45	46 – 75	76 – 90
Производственные помещения с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне				
свыше 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	2,0	1,8	1,7	1,5
от 1 до 5 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	1,8	1,6	1,5	1,4
менее 1 мг/м ³ пыли, дыма, копоти	1,6	1,5	1,4	1,3
Помещения общественных и жилых зданий				
пыльные, жаркие и сырые	2,0	1,8	1,7	1,6
с нормальными условиями среды	1,5	1,4	1,3	1,2

Таблица А.5 – Значение световой характеристики η_o окон при боковом освещении

Отношение длины помещения L_b к его глубине B	Значение световой характеристики η_o при отношении глубины помещения B к высоте от уровня условной поверхности до верха окна h							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 и более	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10,0	11,0	12,5
3	7,5	8,0	8,5	9,6	10,0	11,0	12,5	14,0

2	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5	13,0	13,0	17,0
1,5	9,5	10,5	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0
1	11,0	15,0	16,0	18,0	21,0	23,0	26,5	29,0
0,5	18,0	23,0	31,0	37,0	45,0	54,0	66,0	-

Таблица А.6 – Значение коэффициента $K_{з0}$, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями

Отношение $P/H_{з0}$	Значение коэффициента $K_{з0}$
0,5	1,7
1,0	1,4
1,5	1,2
2,0	1,1
3,0 и более	1,0

$P/H_{з0}$ – отношение расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданиями к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна

Таблица А.7 – Значения коэффициентов τ_1 и τ_2

Вид светопропускающего материала	Значение τ_1	Вид переплета	Значение τ_2
Стекло оконное листовое: одинарное двойное тройное	0,9 0,8 0,75	Переплеты для окон промышленных зданий: деревянные: одинарные спаренные стальные одинарные открывающиеся одинарные глухие Переплеты для окон общественных зданий: деревянные одинарные спаренные	0,75 0,7 0,75 0,9 0,8 0,75

Таблица А.8 – Значения коэффициентов τ_3 и τ_4

Несущие конструкции покрытия	Значение τ_3	Солнцезащитные устройства	Значение τ_4
Стальные фермы Железобетонные и деревянные фермы и арки Балки и рамы сплошные при высоте сечения:	0,9 0,8	Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы Стационарные жалюзи при расположении пластин под углом	1,0

50 см и более менее 50 см	0,8 0,9	90° к плоскости окна: горизонтальные вертикальные	0,65 0,75
------------------------------	------------	--	--------------

Таблица А.9 – Значения коэффициента r_1

1*	2*	Средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола								
		0,5			0,4			0,3		
		Отношение длины помещения к его глубине								
		0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более	0,5	1,0	2 и более
1 – 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,0	1,05	1,0	1,0
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,2	1,1	1,2	1,1	1,1
более 1,5 до 2,5	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,7	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,2
более 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,75	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,9	5,8	4,0	3,0	3,0	2,45	1,0	2,0	1,85	1,5
более 3,5	0,1	1,2	1,5	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,0
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,6	4,6	3,8	3,1	3,4	3,1	1,8	2,0	1,8	1,3

Примечание:

1* – отношение глубины помещения к высоте от уровня рабочей поверхности до верха окна;

2* – отношение расчетной точки от наружной стены к глубине помещения.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

Тема занятия: «Принципы формирования световой среды в рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет искусственного освещения»

1. Теоретическая часть

Освещение характеризуется количественными и качественными показателями.

К количественным показателям относят следующие величины:

Световой поток (F) – часть электромагнитной энергии, которая излучается источником в видимом диапазоне. Эта величина характеризует зрительное восприятие. Единица измерения люмен (лм).

Сила света (I) – пространственная плотность светового потока. Определяют как отношение величины светового потока, F , распространяющегося от источника света в некотором телесном углу ω , измеряемом в стерadianах (ср), к величине этого телесного угла. Единица измерения – кандела.

$$I = \frac{F}{\omega}. \quad (6.1)$$

Освещенность (E) – поверхностная плотность светового потока. Единица измерения – люкс (лк).

$$E = \frac{F}{S}, \quad (6.2)$$

где F – световой поток (лм); S – освещаемая площадь, м².

Величина светового потока, отраженного поверхностью предмета F и распространяющегося в некотором телесном углу ω , отнесенная к величине этого угла и площади S отражающей поверхности, называется **яркостью (B)** объекта. По сути, это сила света, излучаемая поверхностью, отнесенная к площади этой поверхности. Яркость измеряется в кд/м². Формула для расчетов:

$$B = \frac{F}{\omega \cdot S \cdot \cos \alpha} = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}, \quad (6.3)$$

где α – угол, под которым наблюдатель видит источник света.

Качественные показатели освещения

Коэффициент отражения (ρ) – отношение отраженного светового потока к падающему:

$$\rho = \frac{F_{отр}}{F_{пад}} \quad (6.4)$$

При значении $\rho < 0,2$ фон темный, $\rho = 0,2...0,4$ фон средний, $\rho > 0,4$ фон светлый.

Контраст объекта с фоном – степень различения объекта и фона – характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (B_o) и фона (B_ϕ):

$$K = \frac{B_{об} - B_\phi}{B_{об}} \quad (6.5)$$

Если $K < 0,2$ – контраст малый; $K = 0,2...0,5$ – контраст средний; $K > 0,5$ – контраст большой.

Важным фактором, характеризующим качество освещения, является коэффициент пульсации освещенности (K_n). Его значение равно

$$K_n = \frac{E_{макс} - E_{мин}}{2 * E_{ср}} * 100, \% \quad (6.6)$$

где $E_{макс}$ – максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности; $E_{мин}$ – минимальное значение пульсирующей освещенности; $E_{ср}$ – среднее значение освещенности.

Показатель ослепленности (P) – критерий оценки слепящего действия осветительной установки, определяемый выражением:

$$P = (s - 1) \cdot 10^3, \quad (6.7)$$

где s – коэффициент ослепленности.

$$s = \frac{(\Delta B_{пор})_s}{\Delta B_{пор}} \quad (6.8)$$

где $\Delta B_{пор}$ – пороговая разность яркости объекта и фона при обнаружении объекта на фоне равномерной яркости; $(\Delta B_{пор})_s$ – то же при наличии в поле зрения блеского (яркого) источника света.

Наибольшее распространение для расчета искусственного освещения получил метод коэффициента использования светового потока.

Он применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей любого типа в помещениях со значительными коэффициентами отражения потолка, стен рабочей поверхности.

Основная расчетная формула метода:

$$F_{л} = \frac{E_n * S * Z * K_z}{N * n * j}, \quad (6.9)$$

где $F_{л}$ – световой поток лампы, лм (таблица Б.5 Приложения Б); E_n – нормируемая минимальная величина освещенности по СНиП 23-05-95, лк (таблица Б.1 Приложения Б); Z – коэффициент неравномерности освещения, для газоразрядных ламп его принимают равным 1,1, для ламп накаливания – 1,15; K_z – коэффициент запаса, зависящий от вида технологического процесса и типа применяемых источников света (обычно $K = 1,3 - 1,8$); N – число светильников в помещении; n – число ламп в светильнике; j – коэффициент использования светового потока (таблицы Б.2, Б.3 Приложения Б).

Коэффициент использования светового потока определяют в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения потолка, стен, рабочей поверхности, размеров помещения, которые учитываются индексом помещения. Индекс помещения рассчитывают по формуле:

$$I = \frac{A * B}{H_p * (A + B)}, \quad (6.10)$$

где I – индекс помещения; A – длина помещения, м; B – ширина помещения, м; H_p – расчетная высота подвеса светильника.

$$H_p = H - H_{pn} - H_c, \quad (6.11)$$

где H – высота помещения, м; H_{pn} – высота рабочей поверхности, м; H_c – высота свеса светильника, м.

При проектировании искусственного освещения важную роль играет их размещение в помещении.

Четырехламповые светильники с газоразрядными лампами располагают в вершинах квадратных, прямоугольных, ромбических полей.

Светильники с газоразрядными лампами располагают рядами без разрывов или рядами с разрывами при условии, что расстояние между концами соседних светильников не превышает половины расчетной высоты подвеса светильника.

Расстояние между светильниками зависит от типовой кривой силы света, которой характеризуется данный осветительный прибор. Для создания равномерного освещения необходимо учесть при размещении светильников наивыгоднейшее соотношение L/H_p (L – расстояние между светильниками, H_p – расчетная высота подвеса светильника). Рекомендуемые соотношения приведены в таблице Б.4 Приложения Б.

При размещении светильников расстояние от крайних светильников или крайних рядов светильников до стены принимается в пределах $(0,3 - 0,5) \cdot L$, в зависимости от расположения рабочих мест. Если рабочие места расположены у стен, то рекомендуется принимать величину $0,3 \cdot L$, в противном случае $(0,4 - 0,5) \cdot L$. Во вспомогательных помещениях принимают $0,5 \cdot L$.

2. Примеры решения задач

Задача 1. Произвести расчет общего равномерного искусственного освещения люминесцентными лампами в производственном помещении. Размеры помещения – 15 х 7 х 3,2 м. Коэффициенты отражения потолка, стен, пола – 50, 30, 10 %. Разряд зрительных работ – Vб. Коэффициент запаса – 1,5. Высота рабочей поверхности – 0,8. Коэффициент неравномерности освещения – 1,1. Определить необходимое число светильников с люминесцентными лампами и вычертить схему их расположения.

Решение:

Светильники предназначены для общего равномерного освещения. Светильники имеют встроенные. Производим расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока.

В помещении предусмотрим общее равномерное освещение светильниками двухламповыми – ЛВП для помещений с нормальными условиями среды с размерами 1,275 x 0,185 м. Типовая кривая силы света – косинусная.

Для освещения используем лампы типа ЛД-40, мощностью 40 Вт со световым потоком 2340 лм. Число светильников определено по формуле (2.13):

$$N = \frac{E_n * K * S * Z}{\Phi * n},$$

где E_n – нормированная величина освещенности, лк. Для разряда зрительных работ Vб в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица Б.1 приложения Б) нормируемая величина E_n составляет 200 лк; K – коэффициент запаса, $K = 1,5$; S – площадь помещения, м², $S = A \cdot B = 15 \cdot 7 = 105$ м²; Z – коэффициент, учитывающий неравномерность освещения, по условию $Z = 1,1$; f – коэффициент затенения, вводится при наличии крупногабаритного оборудования, затеняющего пространство; J – коэффициент использования светового потока, он выбирается в зависимости от коэффициентов отражения, индекса помещения и типа светильника.

Коэффициенты отражения потолка, стен, рабочих поверхностей – 50, 30, 10 % соответственно.

Индекс помещения определим по формуле:

$$I = \frac{A * B}{H_p * (A + B)},$$

где I – индекс помещения; A – длина помещения, м, $A = 15$ м; B – ширина помещения, $B = 7$ м; H_p – расчетная высота подвеса светильника (формула (2.15)):

$$H_p = H - H_{pn} - H_c = 3,2 - 0,8 - 0 = 2,4$$

где H – высота помещения, м, $H = 3,2$ м; H_{pn} – высота рабочей поверхности, м, $H_{pn} = 0,8$ м; H_c – высота свеса светильника, м, $H_c = 0$ м.

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{15 \cdot 7}{2,4 \cdot (15 + 7)} = 1,98$$

Коэффициент использования светового потока для светильника ЛВП при коэффициентах отражения потолка, стен и пола 50, 30, 10 % и индексе помещения 1,98 составляет 0,33 (таблицы Б.2, Б.3 приложения Б).

$$N = \frac{200 \cdot 15 \cdot 7 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{2340 \cdot 2 \cdot 0,33} = 22,4.$$

Для освещения принимаем 22 светильника.

Проведем размещение светильников в помещении.

Для косинусной кривой силы света (рекомендуемые соотношения для различных типовых кривых силы света представлены в таблице Б.4 приложения Б) отношение расстояния между рядами светильников (L) к расчетной высоте подвеса светильника (H_p) составляет

$$L / H_p = 1,5;$$

$$L = 2,4 \cdot 1,5 = 3,6 \text{ м.}$$

Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников принимаем

$$l = 0,3 \cdot L = 1,08 \text{ м.}$$

Количество рядов светильников принимаем $K = 3$.

Светильники располагаем в 3 ряда по 7.

Общее число светильников $3 \cdot 7 = 21$.

Расстояние между рядами светильников

$$l_1 = \frac{\hat{A} - 2 \cdot l}{\hat{E} - 1} = \frac{7 - 2 \cdot 1,08}{3 - 1} = 2,5 \text{ м.}$$

Расстояние между торцами светильников в ряду

$$l_2 = \frac{A - 2 \cdot l - N \cdot l_{\text{н.д.}}}{N - 1},$$

где $l_{\text{св}}$ – длина светильника, м; N – количество светильников в ряду.

$$l_2 = \frac{15 - 2 \cdot 1,08 - 7 \cdot 1,275 \cdot l_{\text{н.д.}}}{7 - 1} = 0,65 \text{ м.}$$

Вычисляем фактическую величину освещенности

$$\hat{A} = \frac{2340 \cdot 21 \cdot 2 \cdot 0,33}{1,1 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 7} = 187,2 \text{ лк.}$$

Фактическая величина освещенности отличается от нормативной не более чем на 10 %.

Размещение светильников приведено на рисунке 6.4.

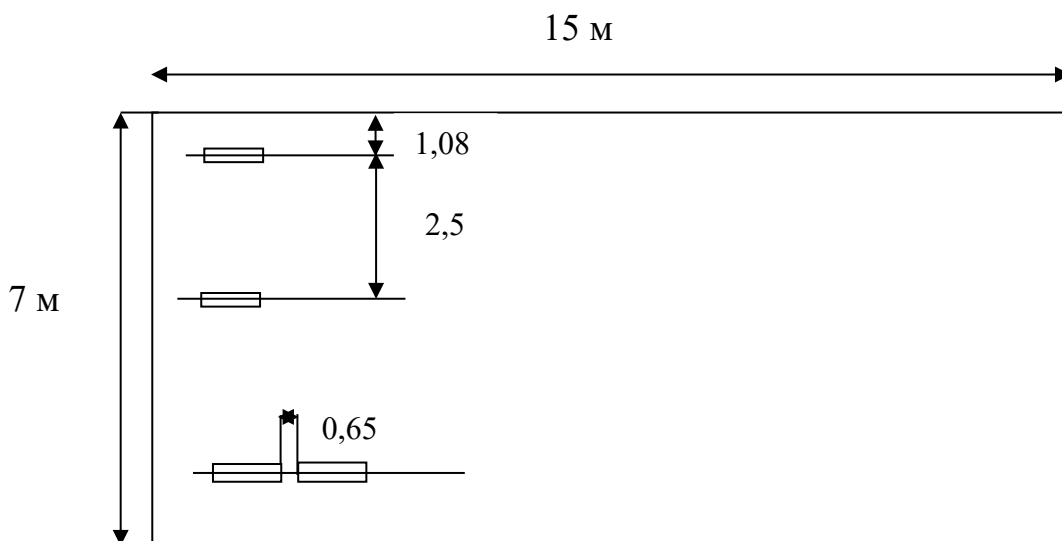


Рисунок 6.4 – Размещение светильников в помещении

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Определите общее потребное число и начертите схему расположения светильников с газоразрядными лампами для общего освещения производственного помещения длиной A , шириной B , высота подвеса светильников над уровнем пола h .

Высота рабочей поверхности h_n .

Коэффициенты отражения: потолка – 50, стен – 30, рабочей поверхности – 10 %.

Коэффициент запаса принять самостоятельно.

Коэффициент неравномерности освещения принять 1,1.

Разряд выполняемых работ – p .

Варианты заданий приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Исходные данные для расчета

	Варианты
--	----------

Параметры	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первая цифра задания										
A, м	60	72	78	96	60	72	72	96	78	72
B, м	24	30	30	35	24	36	42	42	30	30
Вторая цифра задания										
h	3,8	3,5	4,0	3,8	3,0	3,0	4,0	2,8	4,2	3,5
hn	0,8	1,0	1,2	1,0	1,5	1,0	0,8	0,8	1,0	1,2
p	IVa	Vб	IVa	IVв	Va	IVб	IVг	Vг	Vб	IVа

Задание 2. Как изменится освещенность поверхности, если заменить 3 газоразрядные лампы со световым потоком 1200 лм на 3 лампы накаливания со световым потоком 400 лм?

Задание 3. Найдите среднюю освещенность поверхности, имеющей коэффициент отражения 0,6 и площадь 10 м², если отраженный от неё световой поток составляет 300 лм?

Задание 4. Какова должна быть яркость объекта различения, чтобы его контраст с фоном был выше 0,4, если яркость фона 200 кд/м²?

Задание 5. Найдите контраст двух объектов, если их яркости составляют 100 и 400 кд/м².

Задание 6. Найдите среднюю освещенность поверхности, имеющей коэффициент отражения 0,4 и площадь 15 м², если отраженный от нее световой поток составляет 200 лм.

Задание 7. Помещение освещается тремя лампами накаливания мощностью 100 Вт каждая. Определить во сколько раз увеличится освещенность, если вместо указанных ламп установить три люминесцентные лампы мощностью 20 Вт каждая.

Задание 8. Освещенность рабочей поверхности в системе комбинированного освещения для люминесцентных ламп составляет 1200 лк. Какую освещенность при этом должно давать одно общее освещение?

Задание 9. Чему равен коэффициент пульсаций светового потока, создаваемого светильником с люминесцентными лампами, если

максимальное значение освещенности рабочей поверхности составляет 850 лк, а минимальное – 150 лк?

Задание 10. Люминесцентная лампа мощностью 20 Вт со световым потоком 1180 лм расположена над столом так, что только 0,2 светового потока ее падает на стол. Какова средняя освещенность стола E , если его площадь 1,6 м²?

Задание 11. Определить нормируемое значение освещенности на рабочих местах, если известно, что в помещении применяется общее равномерное искусственное освещение, выполняется зрительная работа средней точности, подразряд «б», в помещении более 50 % работников – лица старше 40 лет.

Задание 12. Определить нормируемое значение освещенности на рабочих местах, если известно, что в помещении применяется общее равномерное искусственное освещение, выполняется зрительная работа малой точности, подразряд «а», в помещении повышенные санитарно-гигиенические требования.

Задание 13. Определите нормируемое значение освещенности, если известно, что в помещении применяется комбинированное искусственное освещение и выполняется работа средней точности, подразряд «а».

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие существуют основные количественные и качественные показатели искусственного освещения?

2. Приведите формулу для расчета освещенности как светотехнической величины.

3. Сколько выделяют разрядов зрительных работ в производственных помещениях при нормировании искусственного освещения?

4. Как нормируется искусственное освещение?

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Нормативные величины освещенности в соответствии со СНиП 23-05-95

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Освещенность, лк		
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	-
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000 3500	400 400	1250 1000
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500 2500 2000	300 300 200	750 750 600
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1500 1500 1250	200 200 200	400 400 300
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000 2500	300 300	750 600
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000 2000 1500	200 200 200	500 500 400
			г	Средний Большой Большой	Светлый Светлый Средний	1000 1000 750	200 200 200	300 300 200
Высокой точности	от 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500
			б	Малый Средний	Средний Темный	1000 750	200 200	300 200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	750 750 600	200 200 200	300 300 200

			г	Средний Большой Большой Средний	Светлый Светлый Средний	400 400 400	200 200 200	200 200 200
Средней точности	от 0,5 до 1,0	IV	а	Малый	Темный	750	200	300
			б	Малый Средний	Средний Темный	500	200	200
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	400	200	200
			г	Средний	Светлый	-	-	200
Малой точности	от 1,0 до 5,0	V	а	Малый	Темный	400	200	300
			б	Малый	Средний	-	-	200
			в	Средний	Средний	-	-	200
			г	Средний	Светлый	-	-	200
Грубая	более 5	VI		Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном		-	-	200
Работа со светящимися поверхностями и	более 0,5	VII		То же		-	-	200
Общее наблюдение за ходом производственного процесса		VIII	а	То же		-	-	200
			б	То же		-	-	75

Таблица Б.2 – Коэффициенты использования светового потока. Светильники с газоразрядными лампами

Тип светильника	ЛСП			ОДР			ЛВП			ПВЛМ		
L_n	70	50	50	70	50	50	70	50	50	70	50	50
L_c	50	50	30	50	50	30	50	50	30	50	50	30
L_p	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10
Индекс помещения	Коэффициенты использования, %											
0,5	28	21	18	18	15	13	15	13	11	28	20	13
0,7	38	30	26	24	22	19	22	20	18	38	27	20
0,9	46	37	32	29	26	23	27	24	21	47	34	26
1,0	49	40	35	32	28	25	29	26	23	51	37	29

1,25	55	45	40	35	31	28	32	28	26	57	42	34
1,5	60	49	45	38	34	31	34	31	29	63	47	38
1,75	63	52	48	40	35	33	36	32	30	67	50	42
2,0	65	55	51	42	37	35	38	33	32	70	53	44
2,5	70	58	55	44	39	37	40	36	34	76	57	49
3,0	73	61	58	46	40	39	42	37	35	80	60	52
3,5	75	62	60	48	41	40	43	37	36	82	62	54
4,0	77	64	61	49	42	40	44	38	37	85	64	56
5,0	80	67	65	51	44	42	46	39	38	90	69	61

Таблица Б.3 – Коэффициенты использования светового потока. Светильники с газоразрядными лампами

Тип светильник а	УВЛВ, УВЛН			ВЛВ			ПЛУ			ПВЛ		
L_n	70	50	50	70	50	30	70	50	30	70	50	30
L_c	50	50	30	50	30	10	50	30	30	50	30	10
L_p	30	10	10	30	10	10	30	10	10	30	10	10
Индекс помещения	Коэффициенты использования, %											
0,5	23	20	18	20	16	13	30	20	16	22	13	11
0,7	31	28	24	30	24	21	38	29	24	28	20	16
0,9	37	34	30	37	30	26	47	36	30	34	26	21
1,0	40	36	32	40	32	29	50	39	33	37	28	23
1,25	45	40	36	44	36	33	56	44	38	42	32	27
1,5	48	43	40	48	40	37	61	48	42	46	36	30
1,75	51	45	43	50	42	39	65	52	46	49	38	33
2,0	53	47	44	52	44	41	68	54	48	51	40	35
2,5	56	50	47	56	47	45	73	58	52	55	43	39
3,0	59	51	49	58	49	47	76	60	55	58	45	41
3,5	60	52	50	60	50	48	78	62	57	60	47	43
4,0	62	53	51	61	51	49	80	64	59	61	48	44
5,0	65	55	54	64	53	52	84	67	62	65	51	48

Таблица Б.4 – Рекомендуемые соотношения L/Нр

Тип кривой силы света	L/Нр	Типы светильников
Косинусная	1,4 – 1,6	ПВЛ, ПВЛМ, ППД, ЛВП, СУ, ЛСП
Полуширокая	1,6 – 1,8	ОД, ОДО, ОДОР, СЗЛ

Таблица Б.5 – Характеристики газоразрядных ламп

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой поток, лм	Габариты, мм	
			ширина	длина
С правильной цветопередачей				
ЛДЦ 40-1	40	2200	40	1213,6
ЛДЦС 40		1630	38	
ЛДЦ УФ 40		1600	40	
ЛХЕ 40		1900	40	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7

Тема занятия: «Оценка производственного шума в помещении»

1. Теоретическая часть

Звук – акустические колебания в диапазоне 16 Гц...20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом.

Болевым порогом принято считать звук с уровнем 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 100 Вт/м², звуковые ощущения оцениваются по порогу дискомфорта (слабая боль в ухе, ощущение касания, щекотания).

Шум – это совокупность аperiодических звуков различной интенсивности и частоты.

С физиологической точки зрения шум – это всякий неблагоприятно воспринимаемый звук.

Шумы принято классифицировать по частотным, спектральным и временным характеристикам.

По частоте в зависимости от преобладания звуковой энергии в соответствующем диапазоне частот различают низко–, средне– и высокочастотные шумы.

По временным характеристикам шумы делят на постоянные и непостоянные (колеблющиеся, прерывистые и импульсные).

По спектру – широкополосные и тональные.

Основные энергетические характеристики шума.

Звуковая волна характеризуется следующими параметрами: звуковым давлением, длиной волны, частотой, амплитудой колебания и скоростью звука.

Звуковое давление P в некоторой точке пространства – это разность между мгновенным значением полного давления в этой точке и средним давлением, которое наблюдается в невозмущенной среде. Единица измерения

давления – паскаль (Па). Динамический диапазон восприятия по звуковому давлению $2 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^2$ Па.

Длина волны λ – это расстояние, измеренное вдоль направления распространения, между ближайшими точками звукового поля, в которых фазы колебаний одинаковые.

Частота f – число колебаний в единицу времени, Гц; а время, в течение которого совершается полное колебание, – период T , с.

Скорость звука c связана с длиной волны и частотой следующей зависимостью

$$c = \lambda * f, \quad (7.1)$$

где c – скорость звука, м/с;

λ – длина волны, м;

f – частота колебаний, Гц.

Под **интенсивностью звука (шума)** понимают количество звуковой энергии, проходящей через площадь 1 м^2 , расположенную перпендикулярно направлению распространения звуковой волны, Вт/м². Динамический диапазон восприятия составляет $10^{-12} - 10^2$ Вт/м².

Соотношение между интенсивностью звука и давлением звука P имеет вид

$$I = \frac{P^2}{\rho * c}, \quad (7.2)$$

где P – звуковое давление, Па;

ρ – плотность среды, кг/м³;

c – скорость звука, м/с.

Характерной особенностью абсолютных значений звукового давления (4), интенсивности звука является большой диапазон, в пределах которого они могут изменяться. Поэтому для удобства вычислений принято оценивать звуковое давление или интенсивность звука не в абсолютных, а в относительных единицах (белах, децибелах) по отношению к пороговым значениям. Измеренные таким образом величины называются уровнями.

Бел Б – это десятичный логарифм отношения интенсивности звука в данной точке к пороговому значению.

$$Бел = \lg \frac{I}{I_0}, \quad (7.3)$$

где I – интенсивность звука в данной точке, Вт/м²;

I_0 – пороговое значение уровня интенсивности, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

Ухо человека способно фиксировать изменение силы звука на 0,1 Б, и эта величина получила название децибел, дБ.

Тогда уровни интенсивности или звукового давления L , дБ, определяются по формуле:

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \quad (7.4)$$

где P_0 – пороговое значение звукового давления, $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Уровни шума на рабочих местах и на территории промышленных предприятий и селитебной территории городов и других населенных пунктов регламентируются нормативными документами: ГОСТ 12.1.003–12 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» и СНиП II–12–77 «Защита от шума», СН 2.2.4/2.1.8.562–96 и СНиП 23–03–2003.

Существует два подхода к **нормированию** шума.

Первый подход.

Основной нормируемой характеристикой **постоянного шума** в соответствии с ГОСТ 12.1.003–83 (89) являются **уровни звукового давления** в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. При этом шум не должен превышать допустимых уровней L_n , дБ.

Среднегеометрическая частота определяется по формуле

$$f = \sqrt{f_1 * f_2} \quad (7.5)$$

При анализе шума весь диапазон частот разбивают на отдельные полосы.

Октавная полоса – это полоса частот, в которой верхняя граничная частота $f_в$ в 2 раза больше нижней $f_н$. В зависимости от частоты характер шума может быть низко-, средним и высокочастотным.

Второй подход

Использование эквивалентного уровня звука L_A , дБА. Согласно СНиП 23 – 03 – 2003 характеристикой **непостоянного шума** является эквивалентный уровень звука, измеряемый по характеристике «А» шумомера ($L_{экв}$, дБА).

Уровень звука связан с соответствующим предельным спектром зависимостью

$$L = PC + 5 \quad (7.6)$$

Так, например, в жилых комнатах в дневное время шум должен соответствовать PC-35 и $L_A = 40$ дБА, а в ночное время – PC-25 и $L_A = 30$ дБА.

СНиП II-12-77 устанавливает предельно допустимые уровни звукового давления для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам (в 2-х м от ограждающих конструкций).

Для территории жилой застройки принято нормативное значение $L_{экв} = 55$ дБА. Согласно этому документу также установлены максимальные значения (L_{max}) уровней звука, равные 70 дБА.

Интенсивный шум на производстве способствует снижению внимания и увеличению ошибок при выполнении работы.

Из-за шума снижается производительность труда и ухудшается качество работы.

Шум затрудняет своевременную реакцию работающих на предупредительные сигналы внутрицехового транспорта (автопогрузчики, мостовые краны и т. п.), что способствует возникновению несчастных случаев на производстве.

2. Примеры решения задач

Задача 1. Интенсивность звука в точке измерения 10 Вт/м^2 . Определить уровень звукового давления (L , дБ) в этой точке.

Решение:

Определим уровень интенсивности звука в расчетной точке

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \text{дБ},$$

где I – фактическая интенсивность звука, Вт/м²;

I_0 – пороговая интенсивность звука (порог слышимости), Вт/м². $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

$$L = 10 \lg \frac{10}{10^{-12}} = 10 \lg 10^{13} = 130 \text{дБ}$$

Так как значения уровней звукового давления и интенсивности звука равны, то величина уровня звукового давления 130 дБ.

Задача 2. Уровень интенсивности звука в расчетной точке 100 дБ. Определить величину звукового давления в ней.

Решение:

Уровень звукового давления равен уровню интенсивности звука и в расчетной точке составляет 100 дБ.

Тогда, звуковое давление определим из следующих соотношений

$$L = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \text{дБ},$$

где P – фактическое значение звукового давления, Па;

P_0 – пороговое значение звукового давления (порог слышимости). $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па.

$$100 = 20 \lg \frac{P}{P_0}$$

$$5 = \lg \frac{P}{P_0}$$

$$10^5 = 10^{\lg \frac{P}{P_0}}$$

$$10^5 = \frac{P}{P_0}$$

$$P = 10^5 \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 2 \text{Па}$$

Следовательно, звуковое давление в расчетной точке 2 Па.

Задача 3. В помещении установлены три источника шума с уровнями звукового давления 78, 82 и 76 дБ. Определить уровень звука в точке,

равноудаленной от них, если принять, что в помещении свободное акустическое поле.

Решение:

Выполняем расчет методом попарного суммирования в соответствии со СНиП II–12–77.

1. Ранжируем уровни звукового давления (УЗД) от большего к меньшему:

$$82 > 78 > 76 \text{ дБ}$$

2. Из большего значения вычитаем следующее и по разности определяем поправку в соответствии с таблицей 7.1:

Таблица 7.1 – Значения поправок

Δ L, дБ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
A, дБ	3	2,5	2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,2	0

$$82 - 78 = 4 \text{ дБ. Поправка } A = 1,5 \text{ дБ.}$$

Поправку прибавляем к большему УЗД.

$$82 + 1,5 = 83,5 \text{ дБ}$$

3. Из результата суммирования вычитаем следующее значение

$$83,5 - 76 = 7,5 \text{ дБ. Поправка } A = 0,7 \text{ дБ.}$$

Поправку прибавляем к большему УЗД

$$83,5 + 0,7 = 84,2 \text{ дБ.}$$

Результат расчета – 84,2 дБ.

Задача 4. Рабочий четыре раза по 15 минут в течение смены подвергается воздействию шума с уровнем 100 дБА. Найдите относительную дозу шума, полученную рабочим, если допустимый уровень шума для его рода работ 85 дБА.

Решение:

Доза шума оценивается по формуле

$$D = \int_0^T P_A^2(t) dt, \text{ Па}^2 \cdot \text{с} \quad (7.7)$$

Относительная доза шума рассчитывается по соотношению:

$$D_{\text{отн}} = (D/D_{\text{доп}}) 100, \% \quad (7.8)$$

$$D_{\text{доп}} = P_{A \text{ доп}}^2 \cdot T$$

где $P_{A \text{ доп}}$ – значение звукового давления P_A , соответствующее допустимому уровню звука для данного помещения или характера работ;

T – продолжительность работ, ч.

Так как максимально допустимый уровень шума на рабочем месте составляет 85 дБА, что соответствует $P_{A \text{ доп}} = 0,356 \text{ Па}$, то за время $T = 8 \text{ ч}$ значение $D_{\text{доп}}$ составит

$$D_{\text{доп}} = P_{A \text{ доп}}^2 \cdot T = 0,356^2 \cdot 8 = 1 \text{ Па}^2 \cdot \text{ч}$$

Чтобы найти фактическую дозу шума, полученную рабочим, определим звуковое давление, соответствующее уровню звука 100 дБА:

$$P_A = P_0 \cdot 10^{L/20} = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{100/20} = 2 \text{ Па}.$$

Полагая, что в течение 15 минут уровень шума не меняется, получаем значение фактической дозы шума

$$D = P_A^2 t = 2^2 \cdot 0,25 \cdot 4 = 4 \text{ Па}^2 \cdot \text{ч}.$$

Следовательно, относительная доза шума в этом случае составит

$$D_{\text{отн}} = (D/D_{\text{доп}}) \cdot 100 = (4/1) \cdot 100 = 400\%$$

Задача 5. Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в определенной точке помещения составит 60 дБА. Если их оба включить, то уровень шума в помещении составит 65 дБА. Чему будет равен уровень шума в помещении, если включить только один источник шума?

Решение:

Введем следующие обозначения:

$L_p = 60$ дБА - уровень шума в помещении при выключенных источниках шума;

L_x – уровень шума одного из одинаковых источников;

$L_s = 65$ дБА- уровень шума в помещении, если включены оба источника;

L_{s1} - уровень шума в помещении, если включен один источник.

Тогда согласно формуле

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right) \quad (7.9)$$

где L_i – уровень шума, создаваемый i – м источником, дБ;

n – количество источников шума.

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right) = 10 \lg (10^{0,1L_p} + 2 * 10^{0,1L_x}) = 10 \lg (10^{0,1*60} + 2 * 10^{0,1L_x}) = 10 \lg (10^6 + 2 * 10^{0,1L_x}) = 65$$

С учетом того, что

$$L_{\Sigma} = 10 \lg (10^{0,1L_{\Sigma}}) = 65$$

получим

$$10^6 + 10^{0,1L_x} = 10^{6,5}$$

Отсюда определяем уровень шума одного источника

$$L_x = 60 + 10 \lg ((10^{0,5} - 1) / 2) = 60 \text{ дБА}$$

Таким образом, если рассматривать само помещение как третий источник шума, то получаем три источника с одинаковым уровнем шума.

Тогда при включении одного источника в помещении суммарный уровень шума составит в соответствии с формулой

$$L_{\Sigma} = L_1 + 10 \lg n \quad (7.10)$$

$$L_{\Sigma} = 60 + 10 \lg 2 = 63 \text{ дБА}$$

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Звуковое давление в измеряемой точке равно 0,2 Па.

Определить уровень звукового давления в этой же точке.

Задание 2. Интенсивность звука в точке измерения $J=1 \text{ Вт/м}^2$.
Определить уровень интенсивности звука в этой точке.

Задание 3. Уровень интенсивности звука 100 дБ. Чему равно звуковое давление?

Задание 4. Уровень звукового давления 100 дБ. Чему равна интенсивность звука?

Задание 5. Уровень звукового давления 120 дБ. Чему равен уровень интенсивности звука?

Задание 6. Уровень интенсивности звука 60 дБ. Чему равен уровень звукового давления?

Задание 7. Определите дозу шума, которую получает слушатель дискотеки, если эквивалентный уровень звука в помещении равен 100 дБА, а время пребывания 2 часа.

Задание 8. Определите время, в течение которого без ущерба для своего здоровья человек может находиться в зале, где проходит дискотека, если допустимый уровень звука принят равным 70 дБА.

Задание 9. Среднегеометрическая частота октавной полосы равна 1000 Гц. Определите верхнюю f_2 и нижнюю f_1 границы частот этой полосы.

Задание 10. Найти среднегеометрическую и верхнюю граничную частоты для октавы, для которой нижняя граничная частота $f_1 = 800 \text{ Гц}$.

Задание 11. Определить верхний и нижний граничные диапазоны для октавы со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Задание 12. Определить снижение уровня интенсивности шума на расстоянии $r = 15 \text{ м}$ от источника шума, если измеренный уровень шума на расстоянии 1 м от него $L = 80 \text{ дБА}$.

Задание 13. Интенсивность звука в некоторой точке пространства при работе одного источника шума $0,1 \text{ Вт/м}^2$, а при работе второго - $0,2 \text{ Вт/м}^2$. Что покажет шумомер, установленный в этой точке, если оба источника шума работают одновременно?

Задание 14. Уровень шума в помещении 60 дБ. Включено еще два источника шума по 60 дБ каждый. Как изменится уровень шума в помещении?

Задание 15. Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в помещении составит 60 дБ. Если их оба включить, то уровень шума в помещении составит 65 дБ. Чему будет равен уровень шума в помещении, если включить только один источник шума?

Задание 16. Включено два одинаковых источника шума. При этом уровень шума в помещении 0 дБ. Чему будет равен уровень шума, если выключить один из источников? (Внешними шумами пренебречь.)

Задание 17. В цехе 3 источника шума 60, 60 и 85 дБ. Чему равен уровень шума в цехе, если все три источника работают одновременно? (Внешними шумами пренебречь.)

Задание 18. В цехе 5 источников шума 60, 60, 63, 66 и 69 дБ. Чему равен уровень шума в цехе, если все источники работают одновременно? (Внешними шумами пренебречь.)

Задание 19. Определить сколько часов можно находиться в помещении, чтобы доза шума не превысила допустимого значения (в расчетах на дозу шума допускается принимать нормативный уровень звука 85 дБА, если известно, что эквивалентный уровень шума составляет 88 дБА.

Задание 20. Определить сколько часов можно находиться в помещении, чтобы доза шума не превысила допустимого значения, если известно, что эквивалентный уровень шума составляет 91 дБА.

Задание 21. Определить сколько часов можно находиться в помещении, чтобы доза шума не превысила допустимого значения, если известно, что эквивалентный уровень шума составляет 94 дБА.

Задание 22. Определить какую дозу шума в процентах от нормы получит работающий за 8 часов работы, если эквивалентный уровень шума составляет 88 дБА.

Задание 23. Определить какую дозу шума в процентах от нормы получит работающий за 8 часов работы, если эквивалентный уровень шума

составляет 91 дБА.

Задание 24. Определить какую дозу шума в процентах от нормы получит работающий за 8 часов работы, если эквивалентный уровень шума составляет 94 дБА.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Перечислите основные энергетические характеристики шума.
2. Какие существуют методы нормирования шума?
3. Как влияет шум на организм человека?
4. Каковы гигиенические нормативы шума?
5. Какие существуют основные источники шума на предприятиях пищевой промышленности?
6. Перечислите основные профессиональные заболевания, вызванные действием шума?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Тема занятия: «Расчет средств защиты от шума»

1. Теоретическая часть

Защита от шума осуществляется различными способами. ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация» дает определение и общую классификацию методов и способов защиты.

Так, средства защиты от шума по отношению к источнику подразделяются на методы, снижающие шум в источнике его возникновения, и средства, снижающие шум на пути его распространения от источника до защищаемого объекта. Наиболее распространенными способами защиты от шума являются методы, основанные на поглощении и отражении звука, которые рассматриваются в данной работе.

Звукоизоляция – создание герметичной преграды на пути движения воздушного шума и отражение ею части падающих звуковых волн. Снижение шума достигается за счет уменьшения интенсивности прямого звука путем установки ограждений, кабин, кожухов, экранов.

При падении звуковой энергии с интенсивностью $J_{пад}$ на преграду часть этой энергии отражается, часть проникает в преграду и поглощается ею, превращаясь в тепловую энергию, а оставшаяся часть, проходя сквозь преграду, излучается по другую сторону преграды.

Свойства самой преграды и материала, покрывающего эту преграду, определяются следующими показателями:

Коэффициент звукопоглощения α

$$\alpha = \frac{J_{погл}}{J_{пад}}, \quad (8.1)$$

где $J_{погл}$ – поглощенная материалом или преградой звуковая энергия, Вт/м²;

$J_{пад}$ – интенсивность падающей звуковой энергии, Вт/м².

Коэффициент отражения β – отношение отраженной звуковой энергии, определенной интенсивности $J_{отр}$ к падающей $J_{пад}$

$$\beta = \frac{J_{отр}}{J_{пад}}, \quad (8.2)$$

где $J_{отр}$ – интенсивность отраженного звука, Вт/м².

Коэффициент звукоизоляции γ – отношение падающей звуковой энергии интенсивности $J_{пад}$ к прошедшей через преграду $J_{пр}$

$$\gamma = \frac{J_{пад}}{J_{пр}}, \quad (8.3)$$

Коэффициент прохождения (коэффициент проницаемости) τ – отношение прошедшей через преграду звуковой энергии интенсивности $J_{пр}$ к падающей $J_{пад}$

$$\tau = \frac{J_{пр}}{J_{пад}}. \quad (8.4)$$

Коэффициент рассеяния δ поверхности или материала определяется по формуле

$$\delta = \frac{J_{пад} - J_{погл} - J_{пр}}{J_{пад}}. \quad (8.5)$$

Согласно закону сохранения энергии

$$\alpha + \beta + \delta + \tau = 1. \quad (8.6)$$

Чем меньше коэффициент прохождения (τ), тем больше ослабление звука преградой, то есть лучше ее звукоизоляционные свойства.

Звукоизоляция конструкции R , дБ, оценивается через десятичный логарифм коэффициента звукоизоляции или отношения интенсивностей падающего и прошедшего звука

$$R = 10 \lg \gamma = 10 \lg \frac{J_{пад}}{J_{пр}} \quad (8.7)$$

Ограждающие конструкции помещений принято подразделять на однослойные, которые колеблются как одно целое, и многослойные, колеблющиеся с различными амплитудами, характерными для каждого слоя.

Однослойные ограждения состоят из одного слоя строительного

материала или нескольких слоев разнородных материалов, родственных по физико-техническим свойствам, и жестко связанных по всей поверхности.

Звукоизоляция однослойной перегородки может быть определена по формуле

$$\Delta L = 20 \lg(m * f) - 47,5, \quad (8.8)$$

где m – поверхностная масса перегородки, кг/м². $m = \rho * h$;

ρ – плотность материала перегородки, кг/м³;

h – толщина перегородки, м);

f – частота звука, Гц.

Как видно из формулы (8.8), звукоизоляция перегородки тем больше, чем она тяжелее (изготовлена из более плотного материала, толще) и чем выше частота звука.

Перегородки выполняют из бетона, кирпича, дерева и т. п.

Для улучшения звукоизоляции ограждения без увеличения их веса в строительной практике применяют двойные ограждения, соединенные упругими связями. Такие ограждения целесообразно применять тогда, когда частота их собственных колебаний лежит ниже 100 Гц, а стенки имеют различные жесткости при изгибе.

Многослойные ограждения представляют собой конструкции, в которых между слоями твердого материала находятся слои мягкого изолирующего материала или воздушные промежутки. В этих конструкциях жесткая связь между слоями отсутствует.

Экранирование источников шума или рабочих мест осуществляют по нескольким схемам.

Защитные свойства экрана возникают из-за того, что при огибании прямой звуковой волной кромок экрана за ним образуется зона звуковой тени тем большей протяженности, чем меньше длина волны (выше частота звука). Так как экран защищает только от прямой звуковой волны, его применение эффективно только в области превалирования прямого шума над отраженным. Поэтому экраны надо устанавливать между источником шума и рабочим местом, если они расположены недалеко друг от друга. Звуковые экраны

широко применяют не только на производстве, но и в окружающей среде, например для защиты от шума транспортных потоков.

Расчет акустической облицовки помещения производят по **эквивалентной площади звукопоглощения** в следующей порядке.

Определяют эквивалентную площадь звукопоглощения помещения в каждой среднегеометрической октавной полосе частот до акустической обработки помещения

$$A_1 = \sum \alpha_{огр} * F_{огр}, \quad (8.9)$$

где A_1 – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой октавной полосе до акустической обработки, м^2 ;

$F_{огр}$ – площадь поверхности помещения, м^2 ;

$\alpha_{огр}$ – коэффициент звукопоглощения материала i -го ограждения (приложение Б таблица 1).

Рассчитывают эквивалентную площадь звукопоглощения на каждой октавной полосе после акустической обработки помещения

$$A_2 = \sum \alpha_{облогр} * F_{облогр} + \sum \alpha_{необл} * F_{необл}, \quad (8.10)$$

где A_2 – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой октавной полосе после акустической обработки, м^2 ;

$\alpha_{облогр}$ - коэффициент звукопоглощения облицовки i -го ограждения помещения (приложение Б таблица 1);

$F_{облогр}$ - облицованная площадь i – го ограждения помещения, м^2

$F_{необл}$ – необлицованная площадь i – го ограждения помещения, м^2 ;

$\alpha_{необл}$ – коэффициент звукопоглощения необлицованного i -го ограждения помещения (приложение Б таблица 1);

Находят ожидаемую величину снижения шума в помещении на каждой октавной полосе

$$L = 10 \lg \frac{A_2}{A_1}, \quad (8.11)$$

2. Пример решения задачи

Произвести расчет эффективности звукопоглощающих облицовок помещения производственного назначения с внутренними источниками шума. Размеры помещения 6х 12 х 6 м. Поверхности помещения выполнены

из кирпича с коэффициентом звукопоглощения 0,01. Облицовку провести материалом со средним коэффициентом звукопоглощения 0,5. Уровни звукового давления в помещении 63,70,72,74,76,80,82,80 дБ.

Нормируемые величины уровней звукового давления на стандартных среднегеометрических октавных полосах составляют: 99, 92, 86, 83, 80, 78, 76, 74 дБ.

Решение

Требуемое снижение уровня звукового давления определено по формуле

$$L_{тр} = L_{факт} - L_{норм}, \quad (8.12)$$

где $L_{тр}$ – требуемое снижение уровня звукового давления, дБ;

$L_{факт}$ – фактический уровень звукового давления, дБ;

$L_{норм}$ – нормативный уровень звукового давления, дБ.

Расчет на частоте 1000 Гц

$$L_{тр} = L_{факт} - L_{норм} = 76 - 80 = -4 \text{ дБ}$$

Результаты расчетов на остальных октавных полосах сведены в таблицу 6.1.

Эквивалентная площадь звукопоглощения помещения в каждой среднегеометрической октавной полосе частот до акустической обработки помещения определена по формуле (8.9) и приведена в таблице 8.1.

Эквивалентная площадь звукопоглощения на каждой октавной полосе после акустической обработки помещения определена по формуле (8.10) и приведена в таблице 8.1.

Ожидаемая величина снижения шума в помещении на каждой октавной полосе найдена по формуле (8.11) и приведена в таблице 8.1.

В качестве звукопоглощающего материала выбран материал с коэффициентом звукопоглощения на всех октавных полосах 0,5.

Общая площадь стен помещения, выполненных из кирпича 216 м^2 , пола (кирпич) – 72 м^2 , потолка (кирпич) – 72 м^2 .

Таблица 8.1 – Результаты расчетов

Величина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{факт}}$	63	70	72	74	76	80	82	80
$L_{\text{норм}}$	99	92	86	83	80	78	76	74
$L_{\text{тр}}$	-36	-22	-6	-9	-4	2	6	6
$a_{\text{кирп}}$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
$A_1 = \sum a_{\text{опр}} * F_{\text{опр}}$ ($F_{\text{опр}} = 360 \text{ м}^2$)	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
$a_{\text{обл}}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$A_2 = \sum (a_{\text{обл}} * F_{\text{обл}}) + \sum (a_{\text{необл}} * F_{\text{необл}})$ ($F_{\text{обл}} = 72 \text{ м}^2$, $F_{\text{необл}} = 216 \text{ м}^2$)	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$	$36 + 2,16 = 38,16$
$L_{\text{сниж}} = 10 \lg A_2 / A_1$	10,25	10,25	10,25	10,25	10,25	10,25	10,25	10,25
$L_{\text{обр}}$	52,75	59,75	61,75	63,75	65,75	69,75	71,75	69,75

Анализ расчетных данных показывает, что облицовка позволяет снизить УЗД на всех частотах до значений не превышающих нормативы.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. На расстоянии 200 м от железной дороги планируется строительство жилого дома. Можно ли будет жить в этом доме, если уровень шума, создаваемый движущимся поездом и измеренный на расстоянии 20 м от локомотива, составляет 80 дБА, а звукоизоляция окон строящегося дома не более 20 дБ?

Задание 2. Интенсивность звука с одной стороны перегородки $0,1 \text{ Вт/м}^2$, а с другой - $0,01 \text{ Вт/м}^2$. Найдите звукоизоляцию перегородки.

Задание 3. Интенсивность звука с одной стороны перегородки $0,1 \text{ Вт/м}^2$, а с другой - $0,005 \text{ Вт/м}^2$. Найдите звукоизоляцию перегородки.

Задание 4. Произвести расчет эффективности звукопоглощающих облицовок помещения производственного назначения с внутренними источниками шума.

Стены помещения – кирпичные, оштукатуренные, с масляной покраской, потолок и полы – из бетона. Величиной звукопоглощения дверьми и окнами пренебречь.

Исходные данные принять по таблице 8.2.

Таблица 8.2 – Варианты исходных данных

Данные	Предпоследняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Размеры помещения, м:										
длина	10	11	12	13	14	15	10	11	12	13
ширина	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8
высота	3,0	3,2	3,4	3,6	3,4	3,2	3,0	3,2	3,4	3,2
Последняя цифра шифра										
Номера источников	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Уровни шума источников в дБ для среднегеом. частот октавных полос, Гц:										
31,5	90	95	96	98	100	95	90	85	91	98
63,0	50	67	60	73	42	62	78	67	66	60
125	55	68	79	50	87	65	85	60	79	67
250	54	62	68	77	56	80	81	61	72	70
500	54	62	85	89	56	90	87	60	74	70
1000	64	85	65	80	85	90	65	70	60	60
2000	70	87	62	62	72	65	70	85	70	62
4000	71	85	74	82	71	89	75	56	70	65
8000	80	80	70	70	80	80	75	70	70	72
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Предельный спектр допустимого уровня шума, дБ		99	92	86	83	80	78	76	74	

Методические рекомендации по решению задачи.

1. Вычислить величину требуемого снижения уровня звука на каждой октавной полосе частот.
2. Определить эквивалентную площадь звукопоглощения до акустической обработки помещения.
3. Выбрать материал звукопоглощающей облицовки (таблица 8.3).
4. Определить эквивалентную площадь звукопоглощения после акустической обработки помещения.
5. Определить фактическую величину снижения шума.
6. Определить уровень звука в помещении после акустической облицовки и сравнить его с нормативными значениями.

Таблица 8.3 – Реверберационные коэффициенты звукопоглощения различных материалов

Конструкции	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Стены и перегородки								
кирпичная кладка, оштукатуренная с двух сторон, 125 мм	30	36	37	40	46	54	57	59
то же, 255 мм	34	41	45	48	56	65	69	72
то же, 360 мм	36	44	43	49	57	66	70	72
шлакоблок, оштукатур. с двух сторон, 12 мм	0	27	33	40	50	57	56	59
стеклоблок, 200 мм	25	30	35	40	49	49	43	45
Панели								
древесноволокнистая плита, 25 мм	0	0	2	6	6	8	8	10
древесностружечная плита, 19 мм	14	17	18	25	30	26	32	38
фанерный лист, 6 мм	6	9	13	16	21	27	29	33
Двери								
дверь фанерная с деревянной обрешеткой между слоями фанеры, 43 мм	9	12	13	14	16	18	24	36
дверь из сплошного твердого дерева, 43 мм	13	17	21	26	29	31	34	32

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие частоты звука наиболее опасны для человека?
2. Что такое звукоизоляция?
3. Что такое звукопоглощение?
4. В чем принцип расчета акустической облицовки?
5. Перечислите меры, позволяющие снизить уровень шума в жилом помещении в процессе строительства здания.
6. Какие материалы относят к звукопоглощающим?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

Тема занятия: «Расчет средств защиты от электромагнитных излучений»

1. Теоретическая часть

Спектр электромагнитных колебаний по частоте охватывает свыше 20 порядков, от $5 \cdot 10^{-3}$ до 10^{21} Гц.

В зависимости от энергии фотонов его подразделяют на область **неионизирующих и ионизирующих излучений.**

К неионизирующим излучениям в гигиенической практике относят также электрические и магнитные поля.

Естественными источниками электромагнитных полей и излучений являются:

- атмосферное электричество;
- радиоизлучения солнца и галактик;
- электрическое и магнитное поля Земли.

Источниками искусственных полей и излучений разной интенсивности являются все промышленные и бытовые электро– и радиоустановки.

Согласно ГОСТ 12.1.006.–84 напряженность ЭМП в диапазоне частот 60 кГц -300 МГц на рабочих местах персонала в течение рабочего дня не должна превышать установленных предельно допустимых уровней (ПДУ):

по электрической составляющей, В/м:

50 – для частот от 60 кГц до 3 МГц;

20 – для частот свыше 3 МГц до 30 МГц;

10 – для частот свыше 30 МГц до 50 МГц;

5 – для частот свыше 50 МГц и до 300 МГц;

по магнитной составляющей, А/м:

5 – для частот от 60 кГц до 1,5 МГц;

0,3 – для частот от 30 МГц до 50 МГц.

Предельно допустимую плотность потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц на рабочих местах персонала устанавливают исходя из допустимого значения энергетической нагрузки W на организм и времени пребывания в зоне облучения, однако во всех случаях она не должна превышать 10 Вт/м², а при наличии рентгеновского излучения или высокой температуры воздуха в рабочих помещениях (выше 28 °С) – 1 Вт/м².

Предельно допустимая плотность потока энергии (в принципе, это плотность мощности, судя по размерности Вт/м², но в технической литературе и нормативной документации, к сожалению, принят термин "плотности потока энергии") определяется по формуле

$$ППЭ = W / T, \quad (9.1)$$

где W – нормированное значение допустимой энергетической нагрузки на организм, равное 2 Вт/м² для всех случаев облучения, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн, и 20 Вт/м² для облучения от вращающихся и сканирующих антенн;

T – время пребывания в зоне облучения, ч.

Предельно допустимая ППЭ при эксплуатации микроволновых печей не должна превышать 0,1 Вт/м² при трехкратном ежедневном облучении по 40 мин и общей длительности облучения не более 2 ч в сутки.

Нормирование ЭМП промышленной частоты осуществляют по предельно допустимым уровням напряженности электрического (10) и магнитного полей (9) частотой 50 Гц в зависимости от времени пребывания в нем и регламентируются “Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты” № 5802–91 и ГОСТ 12.1.002–84.

Влияние электрических полей переменного тока промышленной частоты в условиях населенных мест (внутри жилых зданий, на территории жилой застройки и на участках пересечения воздушных линий с автомобильными дорогами) ограничивается “Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты” № 2971–84.

Нормирование уровней напряженности ЭСП осуществляют в соответствии с ГОСТ 12.1.045–84 в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах.

Нормирование ЭМИ радиочастотного диапазона проводится по ГОСТ 12.1.006–84 и Санитарным правилам и нормам СанПиН 2.2.4/2.1.8.055–96. В основу гигиенического нормирования положен принцип действующей дозы, учитывающей энергетическую нагрузку.

2. Примеры решения задач

Задача 1

Напряженность электростатического поля на рабочем месте оператора ЭВМ, создаваемая экраном дисплея, составляет 25 кВ/м. Какова допустимая продолжительность пребывания оператора на этом рабочем месте в течение смены ?

Решение:

В соответствии с «Санитарно-гигиеническими нормами допустимой напряженности электростатического поля» значение напряженности поля E на рабочих местах не должно превышать 60 кВ/м при воздействии до 1 часа, а при

воздействии свыше 1 часа до 9 часов допустимое значение E определяют по формуле

$$E = 60 / \sqrt{t}, \quad (9.2)$$

где t – время воздействия.

При напряжённости электрического поля свыше 20 кВ/м указанные нормативы применяют, если в остальное время рабочего дня E не превышает 20 кВ/м. Следовательно, в данном случае допустимое время воздействия не должно превышать

$$t = (60/25)^2 = 5,76 \text{ ч.}$$

Задача 2

Рабочий должен проложить кабель в санитарно-защитной зоне радиостанции, работающей на частотах 65 кГц, 130 кГц и 1,5 МГц. Дополнительно могут быть включены передатчики, работающие на частотах 35 и 560 МГц. Допустимо ли выполнять эти работы при включенных передатчиках, если продолжительность работ не менее 4 ч, напряженность поля в зоне выполнения работ составляет для частоты 35 МГц 4 В/м, а плотность потока энергии на частоте 560 МГц равна 0,4 Вт/м²?

Решение:

Так как источники излучения работают в частотных диапазонах с разными значениями предельно допустимого уровня, то должно выполняться условие

$$\sum_i \frac{E_i}{ПДУ_{E_i}} + \sum_i \frac{ППЭ_i}{ПДУ_{ппэ}} \leq 1 \quad (9.3)$$

Значение ПДУ_{ппэ} при работе в течение 4 часов в поле постоянно действующего передатчика составляет

$$ПДУ_{ппэ} = \frac{W}{T} = \frac{2}{4} = 0,5 (\text{Вт} / \text{м}^2) \quad (9.4)$$

Определим энергетическую нагрузку для излучения частотой 35 МГц по

формуле

$$\text{ЭН}_E = E^2 * T = 4^2 * 4 = 64 \text{ (В/м)}^2 * \text{ч} \quad (9.5)$$

Норма для энергетической нагрузки выбрана по таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Предельно допустимая энергетическая нагрузка

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая нагрузка	
	ЭН _{Едоп} , (В/м) ² *ч	ЭН _{Ндоп} , (А/м) ² *ч
30 кГц...3МГц	20000	200
3...30 МГц	7000	Не разработаны
30...50 МГц	800	0,72
50...300 МГц	800	Не разработаны

Проверим соотношение

$$\frac{0,4}{0,5} + \frac{4^2 * 4}{800} = 0,88 \leq 1$$

Следовательно, в данном случае выполнение работ при включенных передатчиках возможно.

Задача 3

В какой зоне находится рабочий, если его рабочее место расположено на расстоянии 0,5 м от высокочастотной установки с номинальной частотой 50 кГц?

Решение:

Определим границы ближней, промежуточной и дальней зон.

Для этого рассчитаем длину волны излучения

$$C = \lambda * f \quad (9.6)$$

$$\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 * 10^8}{50 * 10^3} = 0,6 * 10^5 \quad (9.7)$$

Граница ближней зоны

$$R \leq \frac{\lambda}{2\pi} \approx \frac{\lambda}{6} \quad (9.8)$$

$$R \leq \frac{0,6 * 10^5}{6} = 10^4 \text{ м}$$

Границы промежуточной зоны

$$\frac{\lambda}{2\pi} \leq R \leq 2\pi\lambda \quad (9.9)$$

$$\frac{0,6 * 10^5}{6} \leq R \leq 6 * 0,6 * 10^5$$

$$10^4 \leq R \leq 3,6 * 10^5$$

Если рабочее место находится на расстоянии 0,5 м от источника, то оно расположено в ближней зоне.

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Известно, что наиболее вредными для человеческого организма являются электромагнитные волны длиной 20 – 30 см. Какова частота этих волн?

Задание 2. Определите напряженность магнитного поля вокруг токопровода с током промышленной частоты 25 кА на расстоянии 1 м. Оцените, какое время можно находиться в таком поле без специальных защитных средств.

Задание 3. Из условия предыдущей задачи определите, какой толщины должна быть стенка экрана из алюминия (удельная электрическая проводимость $\gamma = 33 * 10^6$ См/м, $\mu = \mu_0$), чтобы поле не выходило в пространство за экраном.

Задание 4. Какой толщины должна быть стенка экрана из ферромагнитного материала ($\gamma = 10 \cdot 10^{-6}$ См/м, $\mu = 1000 \cdot \mu_0$), чтобы поле промышленной частоты 50 Гц не проникало за экран?

Задание 5. Из условия предыдущей задачи определить расстояние, на котором может находиться работник в течение рабочего дня без специальных защитных средств.

Задание 6. В какой зоне находится рабочий, если его рабочее место расположено на расстоянии 0,5 м от высокочастотной установки с номинальной частотой 60 кГц?

Задание 7. В условиях предыдущей задачи рабочая частота равна 300 МГц. Определить, в какой зоне будет находиться рабочее место.

Задание 8. Какова длительность рабочего времени при предельно допустимой плотности потока энергии 10 Вт/м^2 в нормальных условиях ($<28^\circ\text{C}$, рентгеновское излучение отсутствует) в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц в соответствии с ГОСТ 12.1.006- 84?

Задание 9. Определить допустимое в течение суток время пользования радиотелефоном, работающим в частотном диапазоне выше 900 МГц, если мощность излучающей трубки равна 0,5 Вт. Расстояние до тканей мозга принять равным 5 см. Коэффициент усиления $G = 0,5$. Нормированное значение энергетической нагрузки при нормальных условиях $2 \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^2$.

Задание 10. Радиопередатчик мощностью 0,5 кВт действует на частоте 330 МГц при нормальных условиях среды ($<28^\circ\text{C}$, рентгеновское излучение отсутствует). Определить безопасное расстояние, на котором можно постоянно находиться человеку?

Задание 11. Во время работы персонального компьютера на видеодисплейном мониторе с размерами сторон 40 x 30 см был измерен статический заряд $q = 26,5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Определить напряженность электростатического заряда и сравнить полученное значение с гигиеническими нормами, в соответствии с которыми напряженность не должна превышать 15 В/м. Пройдет ли сертификацию такой монитор?

Задание 12. Действующее значение электрического поля, замеренное у экрана телевизора, оказалось равным 100 В/м. Считая, что напряженность E убывает с расстоянием пропорционально кубу, определить, на каком расстоянии будет измерено принимаемое рядом исследователей за безопасное значение $E_{доп} = 0,5$ В/м? Чему равно E на расстоянии 3 м и на рекомендуемом гигиенистами расстоянии 4 м ?

Задание 13. Произвести оценку соответствия параметров электромагнитных излучений на рабочем месте оператора действующим нормам. При несоблюдении норм определить допустимое время пребывания оператора в зоне облучения. Частота электромагнитного излучения 0,1 МГц. Исходные данные приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Вариант	Общее время действия облучения на оператора в течение рабочей смены T , час	Напряженность электрического поля на рабочем месте оператора E , В/м	Напряженность магнитного поля на рабочем месте оператора H , А/м
1	3	100	5
2	4	80	3
3	2	90	4
4	6	50	2
5	0,5	170	9
6	3	200	3
7	2	50	4
8	1	70	5
9	4	60	6

Задача №14. Оценить степень безопасной эксплуатации оборудования с электромагнитным излучением необходимо:

1. Рассчитать зоны индукции, излучения и определить положение рабочего места;

2. Определить напряженность электрического и магнитного полей или удельную мощность потока энергии на заданном расстоянии от источника и сопоставить с нормируемым значением ;

Данные для расчета приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.3

Параметры	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	Последняя цифра шифра									
	100	200	300	400	500	600	550	450	650	700
Частота ЭМИ, Гц	300	30	400	350	450	500	350	550	200	250
Направлен-ность действия ЭМИ	Предпоследняя цифра шифра									
	200	100	300	400	500	300	200	100	400	500
Расстояние до рабочего места, м	10	5	3	2	15	1,5	1	0,5	10	12

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Перечислите основные виды электромагнитных излучений.
2. Какие нормируют электромагнитные излучения?
3. Как влияют электромагнитные излучения на организм человека?
4. Каковы гигиенические нормативы электромагнитных полей различных диапазонов?
5. Какие существуют основные источники электромагнитных излучений в быту и на производстве ?
6. Перечислите основные заболевания, вызванные действием электромагнитных излучений?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10

Тема занятия: «Выбор и расчет систем электробезопасности в сетях переменного тока с напряжением до 1000 В»

1. Теоретическая часть

Исход воздействия электрического тока на организм человека зависит от многих факторов, в том числе от наличия и исправности систем электробезопасности. Некоторые из них представлены на рисунке 6.1.

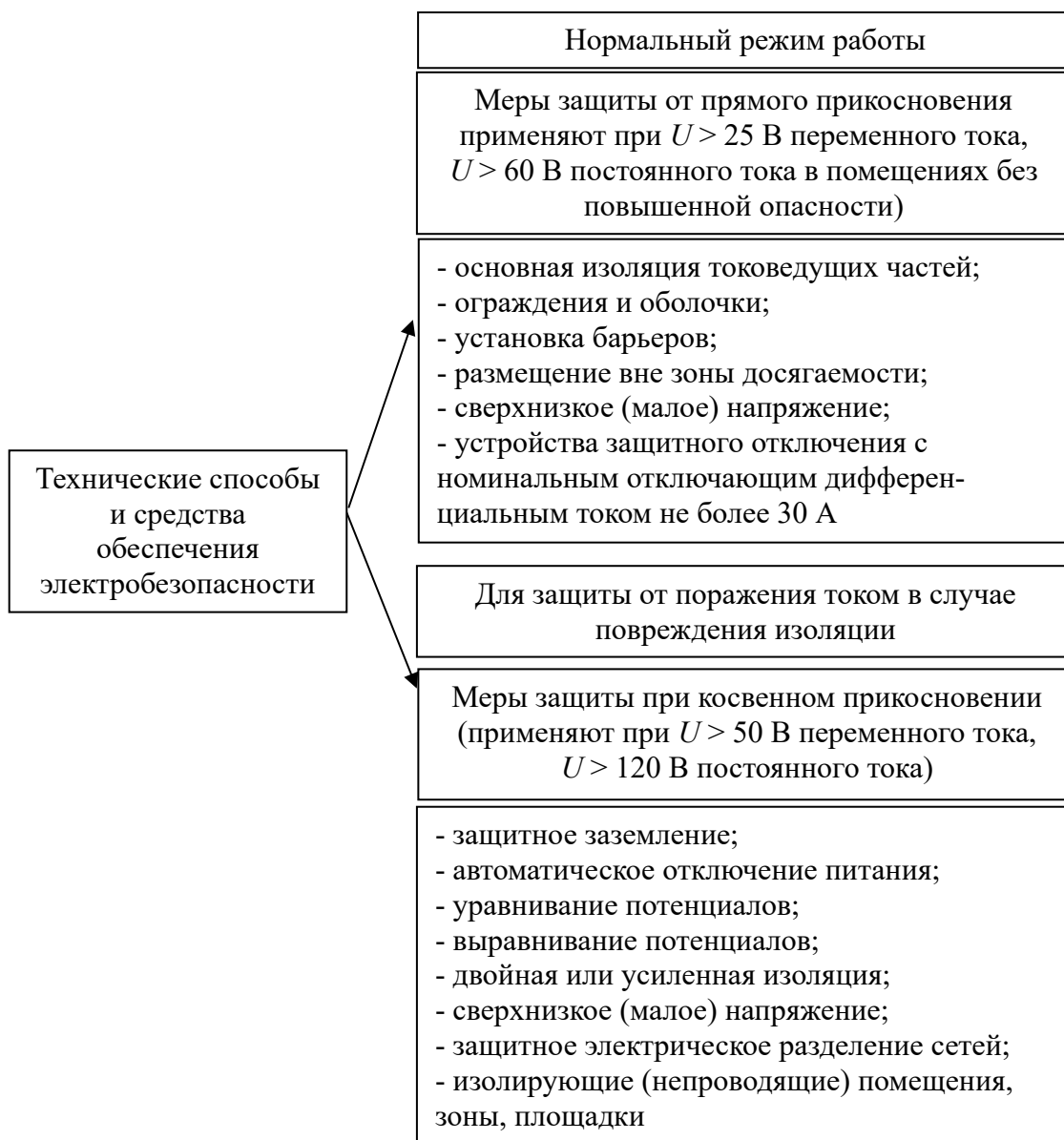


Рисунок 6.1 – Технические способы и средства обеспечения электробезопасности

2. Примеры решения задач

Задача 1. Для защиты от поражения электрическим током на дачном участке насос подключили к самодельному заземляющему устройству сопротивлением 30 Ом. Допустимо ли это и сработает ли защита, если в фазном проводе установлен предохранитель на 10 А при напряжении в сети 220 В?

Решение:

Поскольку на дачном участке используется сеть с глухозаземлённой нейтралью, то использовать в качестве меры защиты заземление без зануления недопустимо. В этом случае обязательно должно быть выполнено зануление, а самодельное заземляющее устройство может использоваться только в качестве вторичного заземлителя. Если использовать его в качестве единственной меры безопасности, то при пробое фазы на корпус величина тока замыкания составит

$$I = \frac{U}{R_{\Sigma}}, \quad (6.1)$$

где U – напряжение, В; R_{Σ} – сопротивление заземлителя, Ом.

$$I = \frac{220}{30} = 7,3 \text{ А}.$$

Полученная величина ниже порога срабатывания (10 А) и защита не сработает.

Задача 2. При какой установленной мощности электрооборудования в сети 220/380 В не сработает автомат отключения, если сопротивление вторичного заземляющего устройства 20 Ом, а основной нулевой провод оборвался?

Решение:

Максимальный ток через вторичный заземлитель при пробое на корпус составляет (формула (5.1)):

$$I_m = \frac{U}{R_{\Sigma}} = \frac{220}{20} = 11 \text{ А}.$$

Так как защита может сработать лишь при условии, что ее номинальный рабочий ток меньше тока короткого замыкания, то очевидно, что при мощности электрооборудования, равной или большей 2420 ВА защита не работает.

$$N = U_f \cdot I_m = 220 \cdot 11 = 2420 \text{ В}\cdot\text{А}.$$

Задача 3. Сотрудник офиса коснулся корпуса холодильника, который в результате неисправности оказался электрически связанным с питающим фазным проводом. Корпус холодильника не занулен и не касается никаких заземленных конструкций. Питающая сеть трехфазная четырехпроводная с заземленной нейтралью, фазное напряжение – 220 В. Сотрудник стоит на деревянном полу в промокших из-за дождя ботинках. Рассмотреть два случая: пол мокрый после влажной уборки; пол сухой.

Определите значения токов проходящих через тело человека при разной влажности пола, какие ощущения будет испытывать сотрудник в двух указанных случаях?

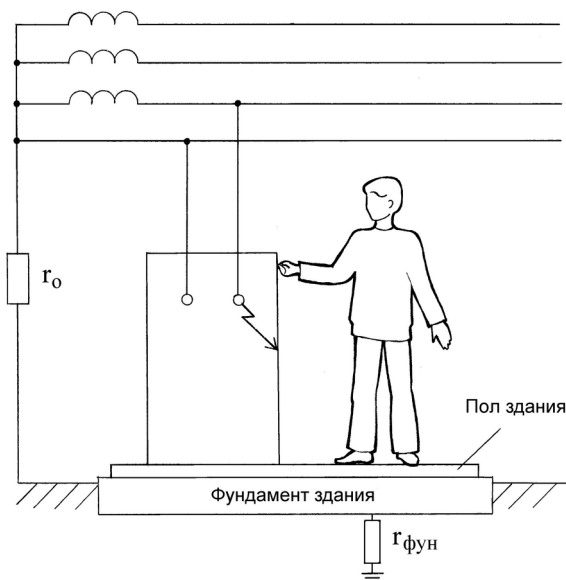


Рисунок 6.2 – Схема для анализа: r_o – сопротивление заземления нейтрали; $r_б$ – сопротивление ботинок; r_n – сопротивление полу между подошвами ботинок и заземленными конструкциями здания; $r_{фун}$ – сопротивление растеканию тока с фундамента здания; R_h – Сопротивление тела человека

Решение:

Расчетная эквивалентная схема представлена на рисунке 6.15

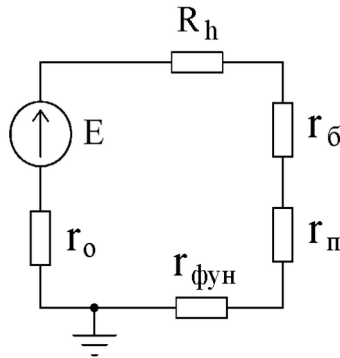


Рисунок 6.15 – Расчетная эквивалентная схема

Принимаем $r_o = 3,7$ Ом, $r_{\delta} = 100$ Ом, r_n (мокрый) = 500 Ом, r_n (сухой) = 100000 Ом, $r_{фун} = 30$ Ом, R_h (мокрый) = 800 Ом, R_h (сухой) = 6500 Ом.

Ток через тело человека определен по формуле:

$$I_h = \frac{U_{\delta}}{R_h + r_{\delta} + r_{\phi} + r_i + r_i}, \quad (6.2)$$

где R_h – сопротивление человека, Ом; r_{δ} – сопротивление ботинок, Ом; $r_{фун}$ – сопротивление фундамента, Ом; r_n – сопротивление пола, Ом; r_o – сопротивление заземления, Ом.

Расчет для пола сухого

$$I_h = \frac{220}{6500 + 100 + 30 + 100000 + 3,7} = 0,002 \text{ А}.$$

Расчет для пола мокрого

$$I_h = \frac{220}{800 + 100 + 30 + 500 + 3,7} = 0,15 \text{ А}.$$

Напряжение на теле человека (напряжение прикосновения) рассчитывают по формуле:

$$U_{np} = I_h \cdot R_h. \quad (6.3)$$

Пол мокрый

$$U_{np} = 0,15 \cdot 800 = 122,76 \text{ В}.$$

Пол сухой

$$U_{np} = 0,002 \cdot 6500 = 13 \text{ В}.$$

Задача 4. По распоряжению руководителя отдела автоматизации банка для защиты вычислительной техники от электромагнитных помех было выполнено заземление. Корпуса оборудования, используемого для обработки важной информации, были присоединены к заземлителю и, в нарушение действующих правил, отсоединены от нулевого защитного проводника. Оцените опасность для сотрудницы банка, коснувшейся ногой шины заземления, а рукой – металлической двери, имеющий электрическую связь с металлическими конструкциями здания, и для сотрудника охраны банка касающегося рукой зануленного пульта охранной сигнализации, а ногой – водопроводной трубы. Возникновение опасности обусловлено тем, что произошло замыкание фазы на корпус одного из заземленных системных блоков. Все оборудование банка запитано от трехфазной четырехпроводной сети с заземленной нейтралью; фазное напряжение – 220 В. Сопротивление заземления нейтрали r_0 – 8,5 Ом.

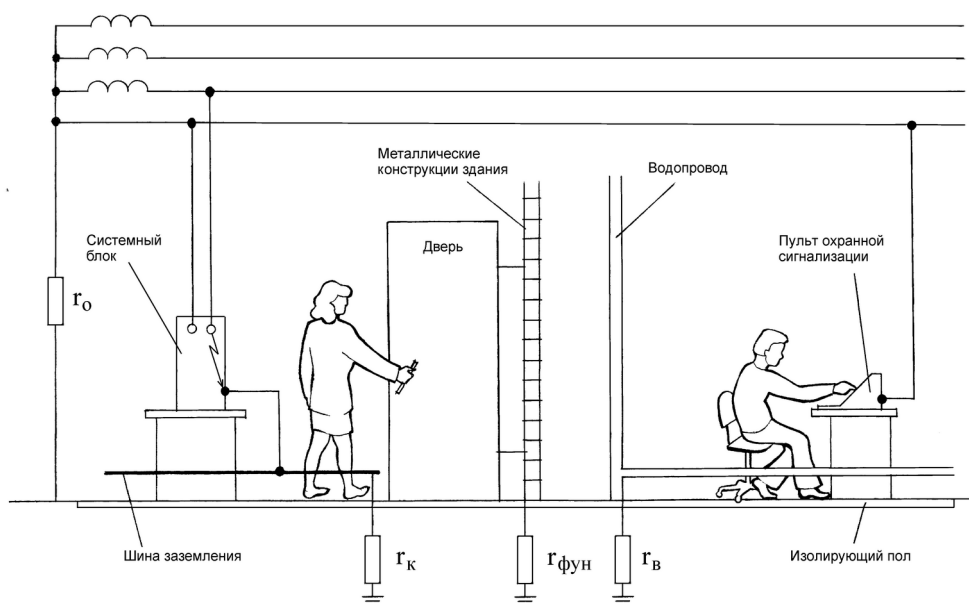


Рисунок 6.4 – Схема для анализа: r_k – сопротивление заземления корпусов вычислительного оборудования; $r_{фун}$ – сопротивление растеканию тока в земле фундамента здания; $r_в$ – сопротивление растеканию тока в земле системы водопровода; R_{h1} – сопротивление тела сотрудницы банка; R_{h2} – сопротивление тела сотрудника охраны

Решение:

Расчетная эквивалентная схема представлена на рисунке 6.17

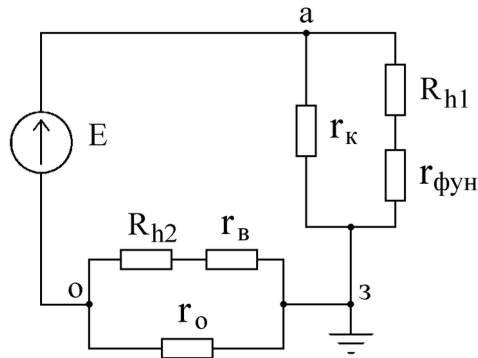


Рисунок 6.3 – Расчетная эквивалентная схема

Принимаем $r_o = 8,5$ Ом, $r_k = 3,8$ Ом, $r_e = 20$ Ом, $R_{h1} = 1000$ Ом, $R_{h2} = 800$ Ом, $r_{фун} = 63$ Ом.

Для оценки опасности следует определить напряжения между точками a и $3 - U_{\dot{a}\zeta}$ и точками o и $3 - U_{\dot{i}\zeta}$. Сопротивления цепочек R_{h1} , $r_{\dot{o}\dot{o}i}$ и R_{h2} , $r_{\dot{a}}$ намного больше сопротивлений r_k и r_o , соответственно, по этому при определении $U_{\dot{a}\zeta}$ и $U_{\dot{i}\zeta}$ их влиянием можно пренебречь. При таком допущении величина тока замыкания на землю I_ζ определяется по формуле:

$$I_\zeta = \frac{E}{r_o + r_e}, \quad (6.4)$$

где E – фазное напряжение сети.

$$I_\zeta = \frac{220}{8,5 + 3,8} = 17,9 \text{ А}. \quad (6.6)$$

Напряжения $U_{\dot{a}\zeta}$ и $U_{\dot{i}\zeta}$ определяют по формулам:

$$\begin{aligned} U_{\dot{a}\zeta} &= I_\zeta r_e, \quad U_{\dot{i}\zeta} = I_\zeta R_i; \\ U_{\dot{a}\zeta} &= 17,9 \cdot 3,8 = 68,02 \text{ В}; \\ U_{\dot{i}\zeta} &= 17,9 \cdot 8,5 = 152,15 \text{ В}. \end{aligned} \quad (6.7)$$

Определяют значения токов через сотрудников банка:

$$I_{h1} = \frac{U_{\dot{a}\zeta}}{R_{h1} + r_{\dot{o}\dot{o}i}}, \quad I_{h2} = \frac{U_{\dot{i}\zeta}}{R_{h2} + r_{\dot{a}}}; \quad (6.8)$$

$$I_{h1} = \frac{68,02}{1000 + 63} = 0,064 \text{ A};$$

$$I_{h2} = \frac{152,15}{800 + 20} = 0,186 \text{ A}.$$

Напряжения прикосновения составят:

$$U_{i\delta 1} = I_{h1} R_{h1};$$

$$U_{i\delta 2} = I_{h2} R_{h2}.$$

$$U_{i\delta 1} = 0,064 \cdot 1000 = 64 \text{ A}; \quad (6.9)$$

$$U_{i\delta 2} = 0,186 \cdot 800 = 148,8 \text{ A}.$$

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Для защиты от поражения электрическим током в сети с изолированной нейтралью 220/380 В установили предохранитель на 1 А в цепи питания двигателя мощностью 220 Вт. Сработает ли защита при пробое фазы на корпус, если сопротивление изоляции каждой из неповрежденных фаз 1 МОм?

Задание 2. Для отключения поврежденной фазы в сети с изолированной нейтралью 220/380 В в цепь каждого фазного провода установили предохранитель на 10 А. Поможет ли эта мера защиты при аварийной ситуации (однофазное замыкание на землю), если сопротивление изоляции каждой из неповрежденных фаз 1 МОм?

Задание 3. В сети с изолированной нейтралью напряжением 220/380 В произошел пробой фазы на корпус. Найдите напряжение прикосновения, если оборудование подключено к выносному заземлителю сопротивлением 10 Ом, а сопротивление изоляции каждой из неповрежденных фаз 1 МОм.

Задание 4. В сети с изолированной нейтралью напряжением 220/380 В произошел пробой фазы на корпус. Найдите напряжение прикосновения, если оборудование подключено к контурному заземлителю сопротивлением 10 Ом, а сопротивление изоляции каждой из неповрежденных фаз 1 МОм.

Задание 5. В сети с глухозаземленной нейтралью напряжением 220/380 В произошел пробой фазы на корпус. Найдите напряжение прикосновения, если сопротивление заземления нулевого провода соответствует норме, сопротивление изоляции неповрежденных фаз 1 МОм, сопротивление фазного провода 0,25 Ом, а нулевого провода – 0,5 Ом.

Задание 6. В сети с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/660 В произошел пробой фазы на корпус. Найдите напряжение прикосновения, если сопротивление заземления нулевого провода соответствует норме, сопротивление изоляции каждой из неповрежденных фаз – 1 МОм, сопротивление фазного провода – 0,25 Ом, а нулевого провода – 0,5 Ом.

Задание 5. При контроле сопротивления заземляющего устройства методом «трех измерений» были получены следующие результаты: $R_1=10$ Ом, $R_2=7$ Ом и $R_3=5$ Ом. Чему равно сопротивление заземляющего устройства?

Задание 6. По условию, приведенному в задаче 3 примера решить задачу, используя данные, представленные в таблице 6.14.

Таблица 6.1 – Исходные данные

Вариант	r_o , Ом	r_{ϕ} , Ом	r_n , Ом		$r_{фун}$, Ом	R_h , Ом	
			пол мокрый	пол сухой		пол мокрый	пол сухой
а	3,7	20	530	100000	48	800	6000
б	5,9	55	2100	58000	17	1200	6700
в	6,8	140	1500	230000	74	1300	9100
г	9,3	30	740	89000	27	900	15000
д	2,9	220	2600	24000	35	1800	6100

Определите значения токов проходящих через тело человека при разной влажности пола, какие ощущения будет испытывать сотрудник в двух указанных случаях?

После ответа на поставленные вопросы сделайте выводы относительно влияния различных элементов цепи тока через тело человека на его величину, о том можно ли полагаться на изолирующие свойства обуви и

пола, о необходимости средств защиты от поражения электрическим током в подобных ситуациях. Какие средства защиты Вы могли бы предложить?

Определите значения напряжений прикосновения при разном состоянии пола. Как зависит сопротивление тела человека от величины напряжения прикосновения?

Задание 9. По условию, приведенному в задаче 4 примера решить задачу, используя данные, представленные в таблице 6.15.

Таблица 6.2 – Исходные данные

Вариант	$r_{к2}$, Ом	$r_{фун2}$, Ом	$r_в$, Ом	R_{h1} , Ом	R_{h2} , Ом
а	3.8	78	41	1500	900
б	5.6	63	25	800	1000
в	9.4	14	13	970	1600
г	5.3	22	34	1300	1100
д	6.7	31	17	900	850

Оцените опасность поражения сотрудников.

Сделайте выводы о правомерности решения руководителя отдела автоматизации, об эффективности работы служб охраны труда и главного энергетика банка, о влиянии различных элементов цепи замыкания на землю на условия безопасности. Известны ли Вам технические средства защиты, которые способны предотвратить электропоражение даже при рассмотренном ошибочном подключении оборудования?

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Защитное отключение. Что это такое, когда и где его применяют?
2. Для чего применяют вторичное заземление нулевого провода?
3. Что можно использовать в качестве естественных заземлителей?
4. Для чего применяют контурные заземляющие устройства?
5. Каким образом можно одновременно снизить напряжение прикосновения и шага для человека, работающего с электрооборудованием на открытой площадке?

6. Защитное заземление. Что это такое, где и для чего оно применяется?
5. Зануление электрооборудования. Что это такое, где и для чего оно применяется?
8. Сопротивление заземляющих устройств контролируют один год летом, а другой – зимой. Почему?
9. Как проверить сопротивление изоляции 200 м провода?
10. Устройства непрерывного контроля сопротивления изоляции. На чем основан их принцип действия и где они применяются?
11. При контроле сопротивления изоляции однофазной осветительной сети с помощью мегомметра его показания составили 470 кОм. Пригодна ли эта сеть к эксплуатации?
12. В помещении цеха на бетонном полу установлены станки. Нужно ли предпринимать какие-либо меры по обеспечению электробезопасности, если станки запитываются от сети с глухозаземленной нейтралью 220/380 В?
13. К сети с глухозаземленной нейтралью напряжением 220/380 В подключено электрооборудование, установленное в помещении без повышенной опасности поражения электрическим током. Надо ли занулять корпуса электрооборудования?
14. К сети с глухозаземленной нейтралью напряжением 380/660 В подключено электрооборудование, установленное в помещении без повышенной опасности поражения электрическим током. Надо ли занулять корпуса электрооборудования?
15. Как проверить сопротивление искусственного заземляющего устройства?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11

Спасение и оказание первой помощи пострадавшим

1. Теоретическая часть

Первую доврачебную помощь пораженному электрическим током должен уметь оказывать каждый работник.

Оказывать первую помощь необходимо в определенном порядке (рисунок 4.1):

1. Освободить пострадавшего от действия электрического тока, обеспечив собственную безопасность.
2. Определить состояние пострадавшего.
3. Освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды, расстегнуть поясной ремень.
4. Осмотреть полость рта пострадавшего и очистить её от слизи, сгустков крови и рвотных масс.
5. Без промедления тут же на месте приступить к оживлению пострадавшего при наступлении клинической смерти (непрямого массажа сердца и искусственного дыхания).

Лица, не занятые оказанием первой доврачебной помощи, обязаны выполнить организационные мероприятия, представленные на рисунке 4.1.

Порядок отработки реанимационных мероприятия на тренажере «Гоша»

Робот-тренажер «Гоша». Грудная клетка робота-тренажера превращена в объемный дисплей, на котором цветные светодиоды отображают правильные и ошибочные действия спасателей по выполнению реанимационных мероприятий.

Порядок выполнения реанимационных мероприятий приведен на рисунке 4.1 и включает следующие этапы:

1. Нажать красную кнопку включения расположенную на левом боку робота.

2. После появления зеленого свечения под левой ключицей нанести кулаком удар по груди.

3. После удара у робота должен появиться пульс на сонной артерии и «сужение» зрачков (сужение зеленым светом), длящиеся в течении 40-60 секунд.

4. Во время правильного проведения вдоха искусственной вентиляции легких, приподнимается грудная клетка робота, и под кожей загорается голубой индикатор.

5. При каждом правильном надавливании непрямого массажа сердца под кожей робота загорается оранжевый индикатор.

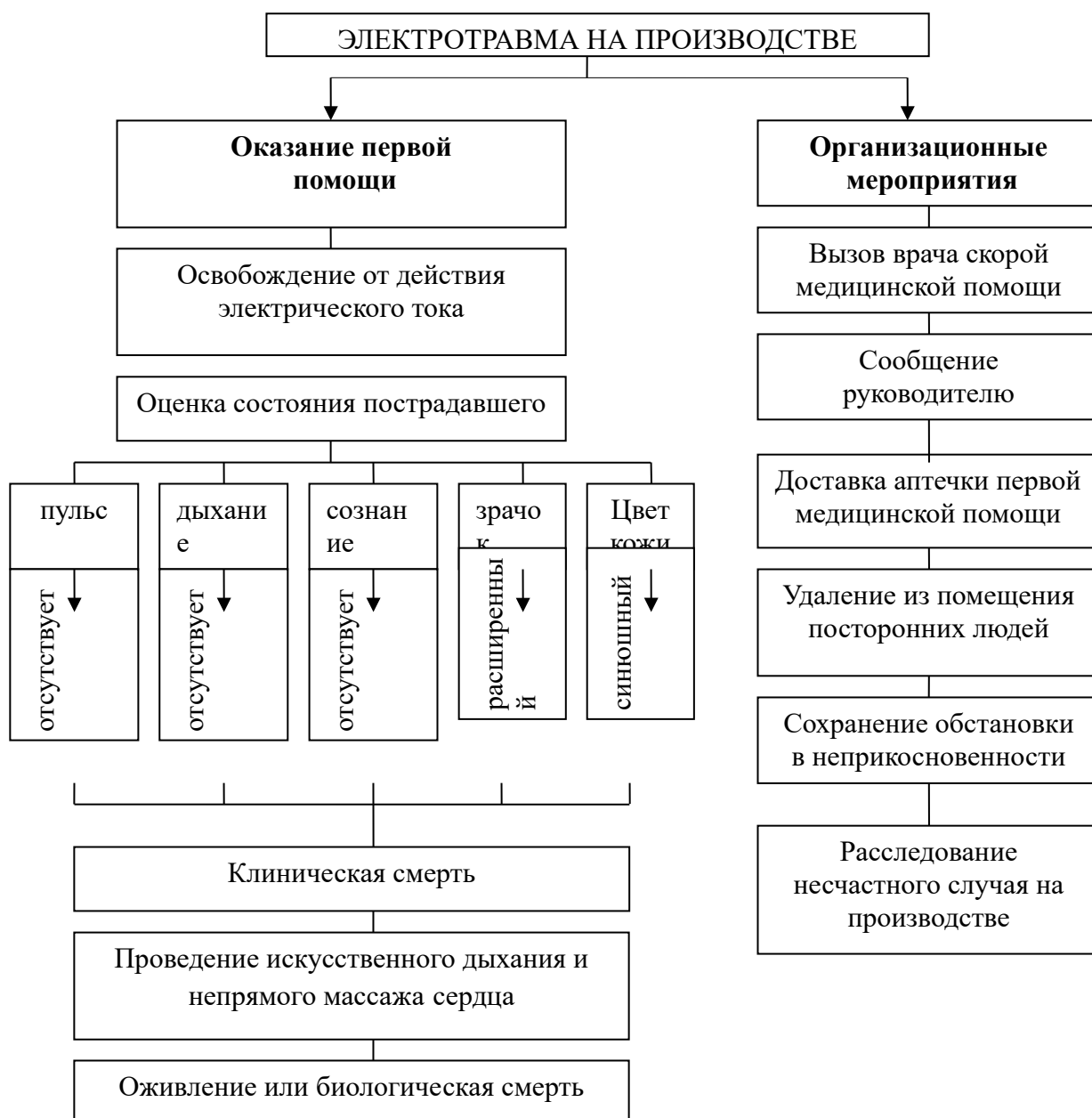


Рисунок 4.1 – Порядок оказания первой помощи



Рисунок 8.1 – Порядок подготовки к работе и проверка функций робота-тренажера «Гоша»

Порядок отработки реанимационных мероприятия на тренажере «Максим III - 01»

Робот-тренажер «Максим III» снабжен электронным пультом контроля, с помощью которого определяется правильность положения головы, состояние поясного ремня, достаточность вдуваемого воздуха, усилие компрессии, правильность положения рук при непрямом массаже сердца, правильность проведения реанимации одним или двумя спасателями, состояние зрачков пострадавшего, появление пульса.

Перед выполнением реанимационных мероприятий следует: положить тренажер горизонтально, подключить адаптер к сети 220 В или 50 Гц специальным кабелем к источнику постоянного тока 12 – 14 В. Включить тумблер подачи питания, расположенный на задней панели электронного пульта. При этом на пульте включится зеленый сигнал «вкл. сеть», а также красные, сигнализирующие о том, что пояс пострадавшего не расстегнут, а голова не запрокинута (аналогичные сигналы на настенном табло).

После правильно проведенного комплекса реанимации тренажер автоматически «оживает»: появляется пульс на сонной артерии, звуковые сигналы, сужаются зрачки пострадавшего. Настенное табло является изображением торса человека со световой сигнализацией действий по реанимации пострадавшего. Табло подключается к электронному пульту контроля с помощью разъемов, расположенных на задней панели пульта, и позволяет наглядно демонстрировать процесс реанимации. Питание тренажера осуществляется от сети 220 В 50 Гц через сетевой адаптер или от автономного источника постоянного тока 12 – 14 В через разъем на пульте и кабель, прилагаемые к тренажеру. Общий вид тренажера представлен на (рисунок 4.2).



Рисунок 8.2 – Общий вид тренажера «Максим III-01»

Тренажер «Максим III-01» используется в трех режимах, описание которых приводится ниже.

1. Учебный режим

Используется для отработки отдельных элементов реанимации.

Порядок действий:

1. Обеспечить правильное запрокидывание головы тренажера (при угле запрокидывания 15 – 20 градусов включается зеленый сигнал «Правильное положение»).

2. Расстегнуть пояс (включается зеленый сигнал «Пояс расстегнут»).

3. Руки спасателя при отработке навыков непрямого массажа сердца должны находиться выше конца мечевидного отростка грудины, приблизительно на расстоянии двух диаметров пальцев руки. В случае неправильного положения включается красный сигнал «Положение рук», и действия спасателей будут считаться неправильными.

4. Провести по правилам оказания первой помощи непрямой массаж сердца. При прикладываемом усилию (25+2 кгс), глубине продавливания 3 – 5 см. включается зеленый сигнал «Положение рук». При усилии свыше 32 кгс (смещении грудины более чем на 5 см) включаются 2 красных сигнала «Перелом ребер».

5. Провести по правилам оказания первой медицинской помощи ИВЛ. При достаточно интенсивном поступлении воздуха в легкие (скорость воздушного потока не менее 2 л/с и объем не менее 400 – 500 см³) включается зеленый сигнал «Нормальный объем воздуха».

6. Проконтролировать на сонной артерии тренажера наличие пульса можно, включив кнопку «Пульс».

7. Проверить состояние зрачков глаз пострадавшего, оттянув веко вверх. При этом зрачки глаз будут расширены – пострадавший находится в состоянии клинической смерти. При включении кнопки «Пульс» зрачки глаз тренажера становятся нормальными – функции пострадавшего восстановлены. Кроме этого, при каждом правильном нажатии при выполнении непрямого массажа сердца происходит сужение зрачков.

8. В случае работы с демонстрационным табло вся световая сигнализация о действиях спасателей идентична сигнализации на электронном пульте.

После выполнения всех учебных действий необходимо нажать кнопку «Сброс», при этом включается зеленый сигнал «Сброс».

2. Режим реанимации одним спасателем («2 – 15»)

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего одним человеком.

Порядок действий:

1. Нажать кнопку «Сброс».
2. Убедиться в правильном положении головы (зеленый сигнал).
3. Расстегнуть пояс пострадавшему (зеленый сигнал).
4. Выбрать режим «2 – 15», нажав соответствующую кнопку.
5. Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи (2ИВЛ +15 нажатий, 5 – 6 циклов в течение минуты).

При неправильных действиях включается один из красных сигналов на пульте контроля и красный сигнал «Сбой режима».

При правильных действиях в течение 1 минуты тренажер «оживает»: появляется пульс на сонной артерии, зрачки сужаются.

3. Режим реанимации двумя спасателями («2 – 5»)

Используется для отработки действий по реанимации пострадавшего двумя людьми. Порядок действий:

1. Нажать кнопку «Сброс».
2. Убедиться в правильном положении головы (зеленый сигнал).
3. Расстегнуть пояс пострадавшему (зеленый сигнал).
4. Выбрать режим «2 – 5», нажав соответствующую кнопку.
5. Начать реанимационные мероприятия по правилам проведения первой помощи (2ИВЛ + 5 нажатий, 10 – 12 циклов в течение минуты).

Сигнализация и результат работы аналогичны пункту 5 п.2.

После окончания работы с тренажером необходимо выключить тумблер подачи питания на задней панели, при этом погаснет зеленый сигнал «Вкл. сеть». Отключить блок питания от сети.

2. Задания для работы на занятии

1. Студенты должны явиться на занятие, изучив теоретические обоснование к практической работе, а также материал лекции по соответствующей теме.
2. Изучить устройство и правила пользования роботами-тренажерами «Гоша» и «Максим».
3. По заданию преподавателя выполнить отработку реанимационных мероприятий на одном из тренажеров сердечно-легочной реанимации одним и двумя спасателями.
4. По итогам выполненной работы решить ситуационные задачи.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Что должен знать и уметь оказывающий помощь?
2. Какова последовательность оказания первой помощи пострадавшим от электрического тока?
3. Что понимается под клинической смертью?
4. Каков порядок освобождения пострадавшего от действия электрического тока в сетях до и выше 1000 В?
5. Как оценить состояние пострадавшего от электрического тока?

6. Каков порядок проведения искусственного дыхания способом «изо рта в рот»?
7. В каких случаях необходимо применять способ проведения искусственного дыхания «изо рта в нос»?
8. С какой цикличностью надо проводить искусственное дыхание?
9. Что понимается под реанимационными мероприятиями?
10. Каковы признаки отсутствия сердечной деятельности у пострадавшего?
11. Каков порядок проведения непрямого массажа сердца?
12. С какой цикличностью нужно проводить непрямой массаж сердца?
13. Как оценить эффективность реанимационных мероприятий?
14. До каких пор нужно проводить реанимационные мероприятия?
15. Каковы допустимые значения прикосновения и тока, проходящего через тело человека?
16. Какие схемы включения человека в сеть являются наиболее опасными?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12

Тема занятия: «Прогнозирование последствий аварий на химически опасных объектах»

1. Теоретическая часть

При заблаговременном прогнозировании обстановки при химических авариях с целью определения размеров зоны защитных мероприятий в соответствии с РД 52.04.253–90 применяются следующие допущения:

емкости, содержащие опасные химические вещества (ОХВ), разрушаются полностью;

толщина слоя ОХВ, разлившегося свободно по подстилающей поверхности, принимается равной 0,05 м по всей площади разлива или 0,5 м – в случае разрушения изотермического хранилища аммиака;

при проливе ОХВ из емкостей, имеющих самостоятельный поддон (обваловку) высотой H (м), толщину слоя жидкости принимают равной $h = H - 0,2$ (м);

предельное время пребывания людей в зоне заражения принимают равным времени испарения ОХВ, но не более 4 ч.

Исходными данными для прогнозирования являются:

общее количество ОХВ на опасном химическом объекте (ОХО) и данные по его размещению в емкостях и технологических трубопроводах;

количество ОХВ, выброшенных в атмосферу, и характер их разлива (в поддон, в обваловку или на грунт);

токсические свойства ОХВ; метеорологические условия (температура воздуха, скорость ветра на высоте 10 м, состояние приземного слоя воздуха);

при заблаговременном прогнозе принимают, что температура воздуха равна 20 °С, скорость ветра 1 м/с, а состояние атмосферы – инверсия.

Расчет параметров зоны заражения при химической аварии

Внешние границы зоны заражения АХОВ рассчитывают по ингаляционной пороговой токсодозе $D_{пор}$, мг * мин/л.

Глубины зон заражения первичным Γ_1 (км) и вторичным Γ_2 (км) облаками определяется по таблице. 7.1 в зависимости от скорости ветра w_B (м/с) и эквивалентного количества опасного химического вещества (ОХВ) $Q_{\text{э}}$ (т).

Полная глубина зоны заражения определяют по формулам:

$$\Gamma_{\text{зар}} = \begin{cases} \Gamma_{\text{зар}} = \Gamma_1 + 0,5\Gamma_2, \text{ если } \Gamma_1 > \Gamma_2; \\ \Gamma_{\text{зар}} = \Gamma_2 + 0,5\Gamma_1, \text{ если } \Gamma_1 < \Gamma_2. \end{cases} \quad (12.1)$$

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{пред}}$ (км) рассчитывают по формуле

$$\Gamma_{\text{пред}} = N * V, \quad (12.2)$$

где N – время полного испарения или ликвидации источника химического заражения, ч;

V – скорость переноса переднего фронта зараженного воздуха при заданной скорости ветра и степени вертикальной устойчивости атмосферы, км/ч (таблица 12.3).

Степень вертикальной устойчивости атмосферы определяют по таблице 12.4.

За истинную глубину зоны заражения принимается величина

$$\Gamma = \min \{ \Gamma_{\text{зар}}, \Gamma_{\text{пред}} \}.$$

Площадь зоны фактического заражения ОХВ ($\Gamma_{\text{ф}}$, км²), находящейся внутри зоны возможного заражения, рассчитывают по формуле

$$S_{\text{ф}} = K_8 * \Gamma^2 * N^{0.2} \quad (12.3)$$

где Γ – глубина зоны заражения, км;

N – время с момента аварии, ч;

K_8 – коэффициент, учитывающий влияние степени вертикальной устойчивости воздуха на ширину зоны заражения: для инверсии он равен 0,081, изотермии – 0,133 и конвекции – 0,235.

Количественные характеристики выброса ОХВ для расчета параметров зоны заражения определяются по его эквивалентному значению $Q_{\text{э}}$, под которым понимается такое количество **хлора** масштаб заражения которым

при инверсии равен масштабу заражения при тех же условиях заданным количеством данного **ОХВ перешедшим в первичное (вторичное)** облако.

Расчеты проводят в соответствии с РД 52.04.253–90.

Эквивалентное количество вещества в первичном облаке ($Q_{\text{э1}}$, т) определяют по формуле

$$Q_{\text{э1}} = K1 * K3 * K5 * K7 * Q, \quad (12.4)$$

где $K1$ – коэффициент, зависящий от условий хранения ОХВ (таблица 11.2);

$K3$ – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого ОХВ (таблица 7.2);

$K5$ – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА): для инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции – 0,8;

$K7$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (таблица 7.2);

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

Эквивалентное количество вещества $Q_{\text{э2}}$ (т) во вторичном облаке находят по формуле

$$Q_{\text{э2}} = (1 - K1) * K2 * K3 * K4 * K5 * K6 * K7 * (Q/hd), \quad (12.5)$$

где $K2$ – коэффициент, зависящий от физико – химических свойств ОХВ (таблица 12.2);

$K4$ – коэффициент, учитывающий скорость ветра (таблица 7.2);

$K6$ – коэффициент, зависящий от времени N , прошедшего после начала аварии.

Его значение определяют в соответствии с зависимостями:

$$K6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < Nu; \\ Nu^{0,8} & \text{при } N > Nu; \\ 1 & \text{при } Nu < 1 \text{ ч,} \end{cases} \quad (12.6)$$

где N – время, прошедшее после аварии, ч;

Nu – время испарения ОХВ, ч.

Время испарения определяют по формуле

$$Nu = \frac{h * d}{K2 * K4 * K7}, \quad (11.7)$$

где h – толщина слоя ОХВ, м;

d – плотность вещества, т/м³;

Прогнозирование количества пострадавших среди персонала и населения, оказавшегося в зоне фактического заражения.

Основными исходными данными для расчета являются:

- наличие факторов поражения (первичное и вторичное облака либо только первичное, либо только вторичное облако);
- средняя плотность населения в зоне заражения, исходя из допущения, что население распределено по территории равномерно;
- доля населения, которую планируется защитить тем или иным способом (укрытие в жилых и производственных помещениях, транспорте, убежищах и других защитных сооружениях; использование индивидуальных средств защиты и проведение эвакуации);
- степень защищенности населения при использовании определенного способа защиты.

Количество населения, попавшего в зону заражения, N (чел.) рассчитывают исходя из средней плотности населения по формуле

$$N = P_2 * S_2 + P_{33} * S_{33}, \quad (12.8)$$

где P_2 и P_{33} – плотность населения соответственно в городе и загородной зоне, чел./км²;

S_2 и S_{33} – площади территории в городе и загородной зоне, приземный слой воздуха которых подвергся заражению, км².

Численность пораженного населения определяется его защищенностью в соответствии с формулами:

$$N_n = N * \sum_{i=1}^n P_i * (1 - K_{защ}^i); \quad (12.9)$$

$$N_n = N * (1 - K_{защ}^{cp}),$$

где N_n – количество пораженного населения, человек ;

N – численность населения, оказавшегося в зоне фактического заражения, человек ;

P_i – доля населения, защищаемая от действия ОХВ i -м способом;

$K_{защ\ i}$ – коэффициент защиты укрытия i -го способа;

$K_{защ}^{cp}$ – среднее значение коэффициента защищенности населения с учетом его пребывания открыто на местности, в транспорте жилых и производственных зданиях (таблица 7.6).

Для оценки глубины зон с разной степенью поражения можно принять следующие допущения:

глубина зоны, где могут наблюдаться смертельные поражения, составляет $G_{см} = 0,3 * G$;

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести, составляет $G_{т\ и\ ср} = 0,5 * G$;

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени, составляет $G_{лег} = 0,7 * G$.

Время подхода облака ОХВ к заданному объекту $\tau_{подх}$ (ч) зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

$$\tau_{подх} = \frac{X}{U}, \quad (12.10)$$

где X – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;

U – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха, км/ч (таблица 12.3).

2. Примеры решения задач

Задача 1. На водоочистой станции в 8 часов утра произошла авария, связанная с разрушением емкости, содержащей $Q_0 = 10$ т хлора, хранящегося изотермически. Емкость с хлором размещалась на поддоне с высотой стенок $H = 1,0$ м. При прогнозировании последствий аварии принять

следующие метеоусловия: инверсия, скорость ветра 3 м/с, температура воздуха $t_B = +20^\circ\text{C}$. Плотность населения в полумиллионном городе $P_{mp} = 2500$ чел./км². Население об аварии не оповещено. Определить глубину распространения зараженного ОХВ воздуха через $\tau = 2$ часа после аварии и структуру пораженного населения.

Решение:

1. Принимаем глубину слоя разлившегося хлора, равной

$$h = H - 0,2 = 1,0 - 0,2 = 0,8 \text{ (м)} \text{ и } \rho_{\text{ж}} = 1,553 \text{ (т/м}^3\text{)}.$$

Определим время испарения Nu (формула 12.7)

$$Nu = \frac{0,8 * 1,553}{0,052 * 1,67 * 1,0} = 14,4 \text{ ч}.$$

2. Эквивалентное количество ОХВ в первичном облаке $Q_{\text{э1}}$ определяем по формуле (12.4) с использованием данных таблицы 7.2

$$Q_{\text{э1}} = 0,18 * 1,0 * 1,0 * 1,0 * 10 = 1,8 \text{ т}.$$

3. Эквивалентное количество ОХВ во вторичном облаке $Q_{\text{э2}}$ определяем по формуле 12.5 с использованием данных таблицы 7.2

$$Q_{\text{э2}} = (1 - 0,18) * 0,052 * 1,0 * 1,67 * 1,0 * 2^{0,8} * 1,0 * 10 / (0,8 * 1,553) \approx 1 \text{ т}.$$

Здесь коэффициент K_6 принят равным $K_6 = N^{0,8} = 2^{0,8}$, так как $N < Nu$.

4. Глубины зон заражения первичным Γ_1 и вторичным Γ_2 облаками определим по таблице 12.1, в зависимости от скорости ветра 3 м/с и соответствующего эквивалентного количества ОХВ путем интерполяции.

Для первичного облака: $Q_{\text{э1}} = 1,8$ т, интерполируя по данным таблицы 12.1, получим $\Gamma_1 = 2,9$ км.

Для вторичного облака: $Q_{\text{э2}} = 1$ по таблице 12.2, получаем $\Gamma_2 = 2,17$ км.

Полная глубина зоны заражения $\Gamma_{\text{зар}}$ по формуле 12.1 равна

$$\Gamma_{\text{зар}} = 2,9 + 0,5 * 2,17 = 4 \text{ км}.$$

5. Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс $\Gamma_{\text{пред}}$ при скорости переноса $U = 16$ км/ч (таблица 12.3, инверсия, скорость ветра 3 м/с) по формуле 7.2 равно

$$\Gamma_{\text{пред}} = 16 * 2 = 32 \text{ км}.$$

За истинную глубину зоны заражения принимаем величину

$$\Gamma = \min \{ \Gamma_{зар}, \Gamma_{пред} \}, \text{ т. е. } \Gamma = \min \{ 4 \text{ км}; 32 \text{ км} \} = 4 \text{ км}.$$

6. Площадь зоны фактического заражения $S_{зар}$ находим по формуле 12.3

$$S_{зар} = 0,081 * 4^2 * 2^{0,2} = 1,49 \text{ км}^2.$$

5. Количество людей, попавших в зону фактического заражения, N определяем по формуле (12.8)

$$N = 2500 * 1,49 = 3700 \text{ чел.}$$

Определим число пораженных людей с учетом защищенности населения. Для условий примера найдем среднее значение защищенности городского населения с учетом его пребывания открыто на местности, в транспорте, жилых и производственных зданиях. Так, как авария произошла в 8 часов, то согласно таблице 7.6, 22% населения находилось в жилых зданиях с коэффициентом защиты по месту пребывания людей в течение 2 часов, равным 0,38 (таблица 7.7); 50% населения – в производственных зданиях с коэффициентом защиты 0,09; 28% – в транспорте без средств защиты.

Тогда среднее значение коэффициента защищенности составит

$$K_{защ} = 0,22 * 0,38 + 0,5 * 0,09 + 0,28 * 0 = 0,13.$$

Далее по формуле 12.9 определим число пораженных

$$N_{пор} = 3700 * (1 - 0,13) \approx 3220 \text{ чел.}$$

Согласно таблице 12.5 можно ожидать следующее распределение пострадавшего населения по степеням тяжести поражения ОХВ:

смертельные поражения

$$N_{см} = 0,1 * N = 0,1 * 3220 \approx 320 \text{ чел};$$

поражения тяжелой и средней степени тяжести

$$N_{т и ср.} = 0,2 * N = 0,15 * 3220 \approx 485 \text{ чел};$$

легкие поражения

$$N_{лег} = 0,27 * N = 0,2 * 3220 \approx 645 \text{ чел};$$

пороговые поражения

$$N_{\text{пор}} = 0,55 * N = 0,55 * 3220 \approx 1770 \text{ чел.}$$

Для определения пространственного распределения зон заражения с разной степенью поражения людей приближенно можно принять:

глубина зоны, где могут быть смертельные поражения

$$Г_{\text{см}} = 0,3 * Г = 0,3 * 4 = 1,2 \text{ км;}$$

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести

$$Г_{\text{т и ср.}} = 0,5 * 4 = 2 \text{ км;}$$

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени

$$Г_{\text{лег}} = 0,7 * 4 = 2,8 \text{ км.}$$

Порядок нанесения зон заражения на топографические карты и схемы.

Направление ветра характеризуется стороной "откуда дует ветер" в градусах (азимут от 0° до 360°) или румбах: "С" - северный, "Ю" - южный, "З" - западный, "В" - восточный, "СВ" - северо-восточный и т. д. Отображение зон возможного заражения АХОВ осуществляется в следующей последовательности:

- точкой синего цвета отмечается место аварии и проводится ось в направлении распространения облака зараженного воздуха;
- на оси следа откладывают величину глубины зоны возможного заражения;
- синим цветом наносится зона возможного заражения АХОВ в виде окружности, полуокружности или сектора (рис. 12.1), в зависимости от скорости приземного ветра;
- зона ВХЗ штрихуется желтым;
- возле места аварии синим цветом делается поясняющая надпись. В числителе – тип и количество выброшенного АХОВ, а в знаменателе время и дата аварии.

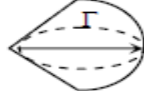
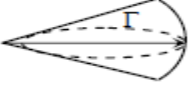
№ п/п	Скорость ветра, V (м/с)	Угловые размеры зоны ВХЗ, φ (град)	Вид зоны ВХЗ	Поясняющая надпись	Графическое изображение зоны ВХЗ
1	0,5 и менее	360	окружность	$\frac{\text{хлор} - 10}{6,00 \quad 1,7}$	
2	0,6÷1,0	180	полуокружность	$\frac{\text{хлор} - 5}{7,00 \quad 1,8}$	
3	1,1÷2,0	90	сектор	$\frac{\text{хлор} - 8}{5,00 \quad 3,6}$	
4	более 2,0	45	сектор	$\frac{\text{аммиак} - 10}{4,00 \quad 5,3}$	

Рисунок 12.1 – Нанесение зон химического заражения на карту

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. В результате аварии на ХОО, расположенном на расстоянии 6 км от города произошло разрушение обвалованного резервуара с сернистым ангидридом. Высота обвалования 1,2 м. Метеоусловия: конвекция, температура воздуха +20 °С, скорость ветра 3 м/с. Определить время подхода переднего фронта зараженного воздуха к границе города и время поражающего действия ХОВ.

Задание 2. В соответствии с вариантом (таблица 12.8) определить: размеры зон действия поражающих факторов на время после аварии: 1 ч, 2 ч, 4 ч; площади зон действия поражающих факторов (возможные, фактические) на 1 ч; 2 ч; 4 ч и на максимально возможное время действия источника ЧС; продолжительность действия химического источника ЧС; максимальные размеры зоны поражающих факторов химического источника ЧС; возможное число пострадавших среди персонала и населения.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какие основные показатели используются для прогнозирования последствий аварий на химически опасных объектах?
2. Какие основные параметры необходимы для расчета зон при химической аварии?
3. Дайте описание основных показателей, используемых при прогнозе аварий на химически опасных объектах.
4. Какова структура поражения людей при химической аварии?
5. Какие существуют способы хранения химических веществ на предприятиях и в чем особенности динамики аварии при каждом способе хранения?
6. Перечислите, какие основные допущения используют для определения размеров зоны защитных мероприятий при аварии на химически опасных объектах?

Таблица 12.1 – Глубины зон возможного заражения АХОВ, км

Скорость ветра, м/с	Эквивалентные количества ОХВ, т															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	89,91	165	231	363
2	0,25	0,59	0,84	1,92	2,86	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	130
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,29	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	101
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	83,60
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,1	14,79	18,13	34,67	47,09	71,70
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	53,16
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	56,70
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	51,60
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	47,53
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	44,15
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,05	20,58	27,61	41,30
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	38,90
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	36,81
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,7	17,60	23,50	34,98

Таблица 12.2 – Характеристика ОХВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения

№ п/п	Наименование ОХВ	Плотность ОХВ ρ , т/м ³		Ткип, °С	D пор, мг*мин/л	K1	K2	K3	K7 при различных температурах воздуха, °С				
		Газ	Жидкость						– 40	– 20	0	20	40
1	Аммиак:												
	Хранение под давлением	0,0008	0,681	33,42	15,0	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/0,9	0,6/0,1	1,0/1,0	1,4/1,0
	Изотермическое хранение	—	0,681	33,42	15,0	0,01	0,025	0,04	0/0,9	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0	1,0/1,0
2	Водород:												
	мышьяковистый	0,0035	1,64	62,47	0,2	0,17	0,054	0,857	0,3/1,0	0,5/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
	фтористый		0,989	12,52	4,0	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1,0	1,0
	хлористый	0,0016	1,191	85,1	2,0	0,28	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
	бромистый	0,0036	1,490	66,77	2,4	0,13	0,055	6,0	0,2/1,0	0,5/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
	цианистый		0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1,0	1,3
3	Диметиламин	0,002	0,680	6,9	1,2	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1,0/1,0	2,5/1,0
4	Метиламин	0,0014	0,699	6,5	1,2	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1,0	1,0/1,0	2,5/1,0
5	Метил:												
	Бромистый	—	1,732	3,6	1,2	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1,0/1,0	2,3/1,0
	хлористый	0,0023	0,983	23,76	10,8	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1,0	0,6/1,0	1,0/1,0	1,5/1,0
6.	Метилмеркаптан	—	0,857	5,95	1,7	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1,0/1,0	2,4/1,0
7	Оксиды азота	—	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,4	0	0	0,4	1,0	1,0
8	Оксид этилена	—	0,862	10,7	22	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1,0/1,0	3,2/1,0
9	Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,7/3/1,0	1,0/1,0/	1,7/1,0
10	Сероводород	0,0015	0,964	60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1,0	0,5/1,0	0,8/1,0	1,0/1,0	1,2/1,0
11	Сероуглерод	—	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	0,1	2,1

12	Соляная кислота	—	1,198		2	0	0,021	0,3	0	0,1	0,3	1,0	1,6
13	Формальдегид	—	0,815	19,0	0,6	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1,0	0,5/1,0	1,0/1,0	1,5/1,0
14	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1,0/1,0	2,7/1,0
15	Фосфор треххлористый	—	1,57	75,3	3,0	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1,0	2,3
16	Фосфора хлорокись	—	1,675	107,2	0,06	0	0,003	10,0	0,05	0,1	0,3	1,0	2,6
17	Фтор	0,0017	1,512	188,2	0,95	0,95	0,038	3,0	0,7/1,0	0,8/1,0	0,9/1,0	1,0/1,0	1,1/1,0
18	Хлор	0,0032	1,558	34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1,0	0,6/1,0	1,0/1,0	1,4/1,0
19	Хлорпикрин	—	1,658	112,3	0,2	0	0,002	3,0	0,03	0,1	0,3	1,0	2,9
20	Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,75	0,046	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1,0/1,0	3,9/1,0

Таблица 12.3 – Скорость переноса (км/ч) переднего фронта облака зараженного воздуха при различном состоянии атмосферы

Скорость ветра, м/с	Состояние атмосферы		
	инверсия	изотермия	конвекция
1	5	6	7
2	10	12	14
3	15	18	21
4	21	24	28
5		29	
6		35	
7		41	
8		47	
9		53	
10		59	
11		65	
12		71	
13		76	
14		82	
15		88	

Таблица 12.4 – Степень вертикальной устойчивости атмосферы

Скорость ветра, м/с	Ночь		Утро		День		Вечер	
	Ясно, перем. облач ность	Сплош. облачн ость	Ясно, перем. облач ность	Сплош. облачно сть	Ясно, перем. облач ность	Сплош. облачно сть	Ясно, перем. облач ность	Сплош. облачно сть
< 2	ин	из	из (ин)	из	кон (из)	из	из	из
2 – 3,9	ин	из	из (ин)	из	из	из	из (ин)	из
>4	ин	из	из	из	из	из	из	из

Таблица 12.5 – Структура населения, пораженного ХОВ

Характер поражения	Смертельный	Тяжелой и средней степени	Легкой степени	Пороговые
Показатель	10 %	15 %	20 %	55 %

Таблица 12.6 – Среднесуточное распределение городского населения по месту его пребывания

Время суток, ч		Жилые здания и здания культурно– бытового назначения	Произв. здания	Место нахождения, %					
				В транспорте			На улице (открыто)		
				Города с населением (млн. чел)					
				0,25– 0,5	0,5–1,0	Более 1,0	0,25–0,5	0,5–1,0	Бо- лее 1,0
1	6	94	6						
6	7	74	6	7	9	12	13	11	8
7	10	22	50	9	11	17	19	17	11
10	13	28	52	6	7	10	14	14	11
13	15	45	37	4	4	7	14	14	11
15	17	27	49	8	9	13	15	15	12
17	19	45	24	10	12	15	20	18	15
19	01	77	14	4	4	6	5	5	3

Таблица 12.7 – Коэффициент защищенности населения по месту его пребывания

№ п/п	Место пребывания или применяемые средства защиты	Время пребывания				
		15 мин	30 мин	1 ч	2 ч	34 ч
1.	Открыто на местности	0	0	0	0	0
2.	В транспорте	0,95	0,75	0,41		
3.	В производственных помещениях	0,67	0,5	0,25	0,09	0
4.	В жилых и общественных помещениях	0,97	0,92	0,80	0,38	0,09
5.	В убежищах:					
	С режимом регенерации воздуха	1	1	1	1	1
	Без режима регенерации	1	1	1	1	1
6.	В средствах индивидуальной защиты органов дыхания	0,7	0,7	0,7	0,7	0

Таблица 12.8 – Исходные данные для расчетов

Номер варианта	АХОВ	Масса вещества, т	Высота обваловки, м	Способ хранения	Скорость , м/с	Состояние погоды	Время суток	Температура воздуха, °С	Расстояние до объекта эном. км	Обеспечен- ность СИЗ, %		Числен- ность, тыс. чел	
										рабо- чих	жите- лей	рабо- чих	жите- лей
1	NH ₃	500	нет	1	3	полу- ясно	ночь	0	8	70	20	0,08	300
2	NH ₃	100	3,5	2	5	пасму- рно	день	20	2	90	40	0,04	500
3	CL ₂	100	3,0	2	1,8	ясно	утро	0	0,5	60	30	0,05	1000
4	CL ₂	1000	нет	1	4,2	ясно	день	20	3	80	20	0,1	2000
5	NH ₃	70	3,0	2	5	полу- ясно	день	20	7	70	10	0,06	400
6	NH ₃	1000	3,5	2	3	ясно	день	20	0,4	70	20	0,12	1000
7	NH ₃	75	нет	1	0,6	ясно	ночь	0	3	40	0	0,04	1600
8	CL ₂	500	нет	1	2	полу- ясно	день	0	1	50	20	0,1	900
9	CL ₂	1000	нет	2	10	пасму- рно	день	10	3	90	0	0,07	1800
10	HF	100	2,0	3	3	ясно	вечер	0	2	40	10	0,05	50
11	HCN	50	1,0	3	2,5	полу- ясно	ночь	10	10	50	30	0,06	60
12	CS ₂	60	1,5	3	2,0	ясно		10	5	90	10	0,1	400

Примечание: 1 – сжатый газ; 2 – хранение изотермическое; 3 – хранение при температуре окружающей среды

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13

Тема занятия: «Прогнозирование последствий радиационного загрязнения местности»

Ионизирующее излучение – это электромагнитное излучение, которое создается при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, торможении заряженных частиц в веществе и образует при взаимодействии со средой ионы различных знаков.

Излучения характеризуются ионизирующей и проникающей способностью.

Ионизирующая способность излучения определяется удельной ионизацией, то есть числом пар ионов, создаваемых частицей в единице объема массы среды или на единице длины пути. Излучения различных видов обладают различной ионизирующей способностью.

Проникающая способность излучения определяется величиной пробега.

Пробегом называется путь, пройденный частицей в веществе до её полной остановки, обусловленной тем или иным видом взаимодействия.

Альфа-частицы обладают наибольшей ионизирующей способностью и наименьшей проникающей способностью. Их удельная ионизация изменяется от 25 до 60 тыс. пар ионов на 1 см пути в воздухе.

Длина пробега этих частиц в воздухе составляет несколько сантиметров, а в мягкой биологической ткани - несколько десятков микрометров.

Бета-излучение имеет существенно меньшую ионизирующую способность и большую проникающую способность. Средняя величина удельной ионизации в воздухе составляет около 100 пар ионов на 1 см пути, а максимальный пробег достигает нескольких метров при больших энергиях.

Наименьшей ионизирующей способностью и наибольшей проникающей способностью обладают фотонные излучения. Во всех

процессах взаимодействия электромагнитного излучения со средой часть энергии преобразуется в кинетическую энергию вторичных электронов, которые, проходя через вещество, производят ионизацию.

Прохождение фотонного излучения через вещество вообще не может быть охарактеризовано понятием пробега. Ослабление потока электромагнитного излучения в веществе подчиняется экспоненциальному закону и характеризуется коэффициентом ослабления μ , который зависит от энергии излучения и свойств вещества.

Особенность экспоненциальных кривых состоит в том, что они не пересекаются с осью абсцисс. Это значит, что какой бы ни была толщина слоя вещества, нельзя полностью поглотить поток фотонного излучения, а можно только ослабить его интенсивность в любое число раз. В этом существенное отличие характера ослабления фотонного излучения от ослабления заряженных частиц, для которых существует минимальная толщина слоя вещества – поглотителя (пробег), где происходит полное поглощение потока

Различают **природные и технические источники ионизирующего излучения.**

К **природным** относятся космические, а также земные источники, создающие природное облучение (естественный фон).

К **техническим** – источники, специально созданные для полезного применения излучения или являющиеся побочным продуктом деятельности.

Дозиметрические величины и единицы их измерения

Действие ионизирующего излучения на вещество проявляется в ионизации и возбуждении атомов и молекул, входящих в состав вещества.

Количественной мерой этого воздействия служит **поглощенная доза**. Поглощенная доза – средняя энергия, переданная излучением веществу в единице объема к массе вещества в этом объеме.

$$D_{\text{погл}} = \frac{dE}{dm}, \quad (13.1)$$

где E – средняя энергия, переданная веществу в единице объема, Дж;

m – масса вещества в единице объема, кг.

Единица поглощенной дозы – грей (Гр) названа в честь физика Грея. $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. На практике применяется также **внесистемная единица** $1 \text{ рад} = 100 \text{ эрг/г} = 1 \cdot 10^{-2} \text{ Дж/кг} = 0,01 \text{ Гр}$.

Поглощенная доза излучения зависит от свойств излучения и поглощающей среды. Для заряженных частиц (α , β -протонов) небольших энергий, быстрых нейтронов и некоторых других излучений, когда основными процессами их взаимодействия с веществом являются непосредственная ионизация и возбуждение, поглощенная доза служит однозначной характеристикой ионизирующего излучения по его воздействию на среду.

Это связано с тем, что между параметрами, характеризующими данные виды излучения (поток, плотность потока и др.) и параметром, характеризующим ионизационную способность излучения в среде, поглощенной дозой можно установить адекватные прямые зависимости.

Для рентгеновского и γ -излучений таких зависимостей не наблюдается, так как эти виды излучений косвенно ионизирующие. Следовательно, поглощенная доза не может служить характеристикой этих излучений по их воздействию на среду.

До последнего времени в качестве характеристики рентгеновского и γ -излучений по эффекту ионизации используют так называемую **экспозиционную дозу**.

Экспозиционная доза выражает энергию фотонного излучения, преобразованную в кинетическую энергию вторичных электронов, производящих ионизацию в единице массы атмосферного воздуха.

Экспозиционная доза – это отношение суммарного заряда всех ионов одного знака, остановившихся в единице объема в определенный момент времени к массе вещества в этом объеме.

$$D_{\text{эксн}} = \frac{dQ}{dm}, \quad (13.2)$$

где Q – суммарный заряд всех ионов одного знака, остановившихся в единице объема, Кл;

m – масса вещества в единице объема, кг.

За единицу экспозиционной дозы рентгеновского и γ -излучений принимают **кулон на килограмм (Кл/кг)**. Эта такая доза рентгеновского или γ -излучения, при воздействии которой на 1 кг сухого атмосферного воздуха при нормальных условиях образуются ионы несущие 1 Кл электричества каждого знака.

На практике до сих пор широко используется **внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген**.

1 рентген (Р) – экспозиционная доза рентгеновского и γ -излучений при которой в 0,001293 г (1см^3 воздуха при нормальных условиях) образуются ионы несущие заряд в одну электростатическую единицу количества электричества каждого знака или $1\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4}$ Кл/кг.

Эквивалентная доза представляет собой меру биологического действия на данного конкретного человека, то есть она является индивидуальным критерием опасности, обусловленным ионизирующим излучением.

Для ее расчета используют коэффициент радиационного риска (KPP), который показывает опасность облучения для отдельных органов человека

$$D_{\text{экв}} = D_{\text{погл}} * KPP, \quad (13.3)$$

где $D_{\text{погл}}$ – поглощенная доза облучения, Гр;

KPP – коэффициент радиационного риска.

Воздействие радиации на организм

В организме человека радиация вызывает цепочку обратимых и необратимых изменений. Пусковым механизмом воздействия являются процессы ионизации и возбуждения молекул и атомов в тканях. Важную роль в формировании биологических эффектов играют свободные

радикалы H^+ и OH^- , образующиеся в процессе радиолиза воды (в организме содержится до 70 % воды).

Обладая высокой химической активностью, они вступают в химические реакции с молекулами белка, ферментов и других элементов биологической ткани, вовлекая в реакции сотни и тысячи молекул, не затронутых излучением, что приводит к нарушению биохимических процессов в организме.

Под воздействием радиации нарушаются обменные процессы, замедляется и прекращается рост тканей, возникают новые химические соединения, не свойственные организму (токсины). А это в свою очередь влияет на процессы жизнедеятельности отдельных органов и систем организма: нарушаются функции кроветворных органов (красного костного мозга); увеличивается проницаемость и хрупкость сосудов; происходит расстройство желудочно-кишечного тракта; снижается сопротивляемость организма (ослабевают иммунная система человека); происходит его истощение; перерождение нормальных клеток в злокачественные (раковые) и др.

Ионизирующее излучение вызывает поломку хромосом, после чего происходит соединение разорванных концов в новые сочетания. Это приводит к изменению генного аппарата человека. Стойкие изменения хромосом приводят к мутациям, которые отрицательно влияют на потомство.

Перечисленные эффекты развиваются в различные временные промежутки: от секунд до многих часов, дней, лет. Это зависит от полученной дозы и времени, в течение которого она была получена.

Острое лучевое поражение (острая лучевая болезнь) возникает тогда, когда человек в течение нескольких часов или даже минут получает значительную дозу. Принято различать несколько степеней острого лучевого поражения (таблица 13.1).

Эти градации весьма приблизительны, поскольку зависят от

индивидуальных особенностей каждого организма. Например, наблюдались случаи гибели людей и при дозах менее 600 бэр, зато в других случаях удавалось спасти людей и при дозах более 600 бэр.

Таблица 13.1 – Последствия острого лучевого поражения

Степень	Доза, бэр	Последствия
	Менее 50	Отсутствие клинических симптомов
	50...100	Незначительное недомогание, которое обычно проходит
I	100...200	Легкая степень лучевой болезни
II	200... 400	<i>Средняя степень лучевой болезни</i>
III	400...600	Тяжелая степень лучевой болезни
IV	>600	Крайне тяжелая степень лучевой болезни. В большинстве случаев наступает смерть

Острая лучевая болезнь может возникнуть у работников или населения при авариях на объектах ЯТЦ, других объектах, использующих ионизирующие излучения, а также при атомных взрывах.

Хроническое облучение (хроническая лучевая болезнь) возникает при облучении человека небольшими дозами в течение длительного времени. При хроническом облучении малыми дозами, в том числе и от радионуклидов, попавших внутрь организма, суммарные дозы могут быть весьма большими. Наносимое организму повреждение, по крайней мере частично, восстанавливается. Поэтому доза в 50 бэр, приводящая при однократном облучении к болезненным ощущениям, при хроническом облучении, растянутом во времени на 10 и более лет, к видимым явлениям не приводит.

Степень воздействия радиации зависит от того, является ли облучение внешним или внутренним (облучение при попадании радионуклида внутрь организма). Внутреннее облучение возможно при вдыхании загрязненного радионуклидами воздуха, при заглатывании зараженной питьевой воды и пищи, при проникновении через кожу. Некоторые радионуклиды интенсивно поглощаются и накапливаются в организме. Например,

радиоизотопы кальция, радия, стронция накапливаются в костях, радиоизотопы йода - в щитовидной железе, радиоизотопы редкоземельных элементов повреждают печень, радиоизотопы цезия, рубидия угнетают кроветворную систему, повреждают семенники, вызывают опухоли мягких тканей.

При внутреннем облучении наиболее опасны альфа-излучающие радиоизотопы, т. к. альфа-частица обладает из – за своей большой массы очень высокой ионизирующей способностью, хотя ее проникающая способность не велика. К таким радиоизотомам относятся изотопы плутония, полония, радия, радона.

Гигиеническое нормирование ионизирующего излучения осуществляется по СП 26.1–758–99, нормам радиационной безопасности (НРБ-99). Устанавливаются дозовые пределы эквивалентной дозы для следующих категорий лиц:

- персонал – лица, работающие с источниками радиации (группа А) или находящиеся по условиям работы к сфере их воздействия (группа Б);
- все население, включая лиц из персонала, вне сферы и условий в их производственной деятельности.

В таблице 13.2 приведены основные дозовые пределы облучения. Основные дозовые пределы облучения персонала и населения, указанные в таблице, не включают в себя дозы от природных и медицинских источников ионизирующего излучения, а также дозы, полученные в результате радиационных аварий. Средняя доза облучения населения от естественных и техногенных источников за год 5 мЗв ($1\text{Зв} \approx 100 \text{ р} \approx 100_{\text{рад}}$, $1 \text{ мЗв} \approx 100 \text{ мр}$; облучение при рентгене легких 1 мЗв, рентген зуба 0,02 мЗв, при полете на самолете 0,04 мЗв).

На эти виды облучения в НРБ-99 устанавливаются специальные ограничения. Помимо дозовых пределов облучения в НРБ-99

устанавливаются допустимые уровни мощности дозы при внешнем облучении.

Для ряда категорий персонала устанавливаются дополнительные ограничения. Например, для женщин в возрасте до 45 лет эквивалентная доза, приходящаяся на нижнюю часть живота, не должна превышать 1 мЗв в месяц.

Таблица 13.2 – Основные дозовые пределы облучения (извлечение из НРБ–99)

Нормируемые величины	Дозовые пределы	
	лица из персонала* (группа А)	лица из населения
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в:		
хрусталике	150	15
в коже**	500	50
в кистях и стопах	500	50

- Дозы облучений, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать 1/3 значений для персонала группы А. Далее все нормативные значения для категории персонала приводятся только для группы А.
- ** Относится к среднему значению в покровном слое толщиной 5 мг/см². На ладонях толщина покровного слоя – 40 мг/см²

При установлении беременности женщин из персонала работодатели обязаны переводить их на другую работу, не связанную с излучением.

Для учащихся в возрасте до 21 года, проходящих обучение с источниками ионизирующего излучения, принимаются дозовые пределы, установленные для лиц из населения.

Допустимые дозы облучения на мирное время:

Однократное облучение:

в течение четырех суток – 0,1 бэр;

в течение года – 0,1 бэр;

в течение 70 лет – 7 бэр.

Для рабочих и служащих на АЭС в течение года в нормальных условиях:

за год – 5 бэр;

для населения при аварии на АЭС в течение года – 10 бэр;

для рабочих и служащих при аварии на АЭС в течение года – 25 бэр.

Допустимые дозы облучения на военное время:

Однократное облучение в течение четырех суток – не более 50 р;

Множественное облучение в течение месяца – не более 100 р;

Множественное облучение в течение трех месяцев не более – 200р;

Множественное облучение в течение года не более – 300р.

Поглощающие свойства материалов характеризуются толщиной слоя половинного ослабления, при прохождении которого мощность дозы $P_{нар}$ уменьшается в 2 раза, т. е. коэффициентом ослабления $K_{осл}$.

$$K_{осл} = 2^{\frac{h}{d}}, \quad (13.4)$$

где h – толщина защитного слоя материала, см;

d – толщина слоя из этого же материала, ослабляющего излучение в 2 раза (толщина слоя половинного ослабления), см.

Толщина слоя половинного ослабления свинца – 1,3 см (эталонный материал), толщина слоя половинного ослабления бетона – 13 см.

В случае, когда защитный слой состоит из нескольких материалов (например, бетон и грунт, бревна и грунт и т. п.), суммарный коэффициент ослабления определяют по формуле

$$\sum_{1}^n K_{осл} = K_1 * K_2 * ... * K_n, \quad (13.5)$$

где $K_1, K_2, ..., K_n$ – толщина каждого из n слоев различных материалов.

Защитные свойства убежища по радиоактивному заражению (коэффициент ослабления $K_{осл}$) зависят от толщины и плотности материала, использованного при строительстве, а также от уровня радиации (мощности дозы ионизирующего излучения) за пределами ЗС, т. е. снаружи $P_{нар}$

3. Задания для работы на занятии

Задание 1. Оценить толщину грунта, который нужно насыпать на бревенчатое перекрытие простейшего укрытия, чтобы обеспечить коэффициент ослабления по γ – излучению 128. Если бревна имеют толщину 21 см ($d_{\text{дерева}} - 18,5$ см, $d_{\text{грунта}} - 8,1$ см).

Задание 2. Определить суммарный коэффициент ослабления от радиоактивного излучения, если толщина перекрытий убежища составляет 40 см (кирпич) ($d_{\text{кирпича}} 8,1$ см) и бетон 30 см ($d_{\text{бетона}} - 5,7$ см).

Задание 3. Провести оценку защитных свойств убежищ по радиоактивному заражению (коэффициенту ослабления) в соответствии с исходными данными представленными в таблицах 13.1, 13.2.

Таблица 13.3 – Исходные данные

Номер варианта	Наименование материала	Плотность материала, г/см ³	Толщина материала, d, см
1	Древесные материалы (бревна)	0,7	18,5
2	Кирпичная кладка	1,6	8,7
3	Грунт, кирпич	1,6	8,1
4	Бетон	2,3	5,7
5	Броня	7,8	3,5
6	Свинец	11,3	2,0

Результаты расчетов по вариантам свести в таблицу 13.2.

Таблица 13.2 – Исходные данные и результаты расчетов

Номера вариантов и значения параметров						K _{осл}	P _{нар} = P _{вн.ср} *K _{осл} , мкР/ч
Номер варианта	Материал по таблице 5.1	Номер варианта	h, см	Номер варианта	P _{вн.ср} , мкР/ч		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	1	20	1	25		
2	4	2	30	2	30		
3	1+2	3	40	3	40		
4	1+3	4	50	4	50		
5	3+4	5	55	5	55		
6	2+3	6	6025	6	60		

Задание 4. Решить обратную задачу для своего варианта – при заданной радиационной обстановке снаружи ЗС $P_{нар}$, известной допустимой величине $P_{вн.ср}$ определить толщину защитного слоя убежища h . Материал убежища приведен в таблице 5.1.

Результаты расчетов занести в таблицу 13.3.

Таблица 13.3 – Исходные данные для расчетов

Номера вариантов и значения параметров						$K_{осл} = \frac{P_{нар}}{P_{вн.ср}}$	$2^{*} = \frac{h}{2d}$	h, с м
Номер вариант а	Мате- риал по таблиц е 5.1	Номер вариан- та	$P_{нар}$, Р/ч	Номер вариант а	$P_{нар} =$ $P_{вн.ср} * K_{осл}$, мкР/ч			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	0,5	1	30			
2	2	2	1,0	2	40			
3	3	3	1,5	3	50			
4	4	4	2,0	4	60			

Задание 5. Уровень радиации на 4 часа после аварии составил 12 рад/ч.
В какую зону радиоактивного заражения попадает объект?

Задание 6. Уровень радиации на 1 час после аварии составил 16 рад/ч.
Определить уровень радиации на 8 часов после аварии.

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. В каких единицах в системе СИ измеряется эквивалентная доза ионизирующего излучения?
2. Что такое ожидаемая эффективная доза ионизирующего излучения?
3. В каких единицах в системе СИ измеряется эффективная доза ионизирующего излучения?
4. Что такое коллективная эффективная доза ионизирующего излучения?
5. Как при оценке эффективной дозы учитывается чувствительность тканей

человека к ионизирующему излучению?

6. Могут ли быть превышены предельные дозы ионизирующего излучения?
7. От чего зависит коэффициент ослабления материалов?
8. В чем заключается действие ионизирующего излучения на живой организм?
9. Что такое предел годовой эффективной (или эквивалентной) дозы ионизирующего излучения и для каких групп людей она назначается?
10. В каких единицах в системе СИ измеряется поглощенная доза ионизирующего излучения?
11. В каких единицах в системе СИ измеряется активность радиоактивного вещества?
12. Учитывается ли естественное ионизирующее излучение при задании предела эффективной дозы?
13. Напишите формулу для определения коэффициента ослабления.
14. Каков порядок определения коэффициента ослабления в случае присутствия нескольких материалов в ограждении.
15. Какие размерности применяют для измерения экспозиционной дозы?
16. Какие размерности применяют для измерения эквивалентной дозы?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14

Тема занятия: «Порядок действий при пожаре, расчет параметров безопасной эвакуации из помещений здания»

1. Теоретическая часть

Правильная организация действий по спасению людей до прибытия пожарной охраны напрямую зависит от уровня подготовленности персонала объекта к действиям в ЧС.

В случае выявления пожара (признаков горения, к которым относятся: пламя, дым, запах дыма, характерное для горения потрескивания и т. п.) каждый сотрудник обязан выполнить действия, приведенные на рисунке 14.1.

 Сообщить о пожаре по телефону 01, задействовать систему оповещения	 Задействовать план эвакуации, открыть запасные выходы
 Вывести людей в безопасное место, в соответствии с планом эвакуации. Проверить все ли эвакуированы	 Приступить к тушению пожара, первичными средствами
 Встретить пожарные подразделения, и сообщить где могут находиться люди	 Принять меры к эвакуации имущества

Рисунок 14.1 – Действия при пожаре в здании

Основной задачей на пожаре, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, является обеспечение безопасности людей. Одним из способов, обеспечивающих их безопасность, является их эвакуация.

Эвакуация людей при пожаре – вынужденный организованный процесс, как правило, самостоятельного движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них **опасных факторов пожара (ОФП)**.

К ОФП относят повышенную температуру, задымление, изменение состава газовой среды, пламя, искры, токсичные продукты горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода. Величины параметров ОФП принято рассматривать прежде всего с точки зрения их вреда для здоровья и опасности для жизни человека при пожаре.

При пожарах и взрывах факторы, опасные для жизни и здоровья людей, быстро нарастают. Поэтому процесс эвакуации людей должен быть достаточно кратковременным. Безопасность людей в процессе эвакуации достигается, если расчетное время эвакуации τ_p из зданий и сооружений в целом равно или меньше необходимого (безопасного) времени эвакуации τ_n ,

Пожарная безопасность объекта должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Требуемый уровень обеспечения пожарной безопасности людей с помощью указанных систем должен быть не менее 0,999999 предотвращения воздействия опасных факторов в год в расчете на каждого человека, а допустимый уровень пожарной опасности для людей должен быть не более 10^{-6} воздействия опасных факторов пожара, превышающих предельно допустимые значения, в год в расчете на каждого человека.

Время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара определяется путем выбора полученных в результате расчетов значений критической продолжительности пожара и минимального времени из рассчитанных

результатов расчета времени блокирования эвакуационных выходов в помещениях по различным параметрам: по повышенной температуре (t_{KP}^T), по потере видимости ($t_{KP}^{I.B}$), по пониженному содержанию кислорода ($t_{KP}^{O_2}$), по каждому из токсичных газообразных продуктов горения ($t_{ED}^{T.A}$).

$$\tau_{äë} = \min t_{KP}^T, t_{KP}^{I.B}, t_{KP}^{O_2}, t_{ED}^{T.A}. \quad (14.1)$$

Критическая продолжительность пожара по каждому из опасных факторов определяется как время достижения этим фактором критического значения на путях эвакуации на высоте 1,7 м от пола.

Критические значения по каждому из опасных факторов составляют:

по повышенной температуре + 70 °С;

по тепловому потоку 1400 Вт/м²;

по потере видимости 20 м;

по пониженному содержанию кислорода 0,226 кг·м⁻³;

по каждому из токсичных газообразных продуктов горения (CO₂ – 0,11 кг·м⁻³; CO – 1,16·10⁻³ кг·м⁻³; HCL – 23·10⁻⁶ кг·м⁻³).

В соответствии с критерием обеспечения безопасности людей при пожаре вероятность воздействия ОФП в расчете на каждого человека Q_B не должна превышать 10⁻⁶ год⁻¹.

Вероятность возникновения пожара в здании (Qз) вычисляют для людей в каждом здании (помещении) по формуле:

$$Q_z = Q_p * (1 - P_э) * (1 - P_{эфф}), \quad (14.2)$$

где Qп– вероятность возникновения пожара в здании в год; Рэ– вероятность эвакуации людей; Рэфф– вероятность эффективной работы технических средств противопожарной защиты.

Вероятность эвакуации людей Рэ вычисляют по формуле:

$$P_э = 1 - (1 - P_{эп}) * (1 - P_{нл}) \quad (14.3)$$

где Рэп– вероятность эвакуации по путям эвакуации; Рнл– вероятность эвакуации по наружным эвакуационным лестницам, переходам в смежные секции здания.

Таблица 14.1 – Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий в зависимости от степени огнестойкости здания и объёма помещения.

Степень огнестойкости	Время эвакуации, мин
I и II	До 6
III и IV	До 4
V	До 3

Таблица 14.2 – Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий в зависимости от объёма помещения

Категория производства	Время эвакуации мин из производственных зданий I II III степени огнестойкости
A, Б, Е	До 4
В	До 6
Г, Д	До 8

Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %

Расчетное время эвакуации людей из помещений и зданий определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле:

$$t_p = \sum_{i=1}^n t_i, \quad (14.5)$$

где t_i – время движения людского потока i -м участке (от самого удалённого рабочего места до двери помещения), мин; n – количество помещений на пути движения людского потока.

Время движения людского потока на отдельных участках вычисляют по формуле:

$$t_i = \frac{L_i}{V_i}, \quad (14.6)$$

где L_i – длина участка эвакуационного пути, м. В помещении наибольшая длина участка пути – его диагональ; V_i – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин.

Скорость движения по горизонтальному пути определяется в зависимости от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути и выбирается из таблицы 14.3.

Таблица 14.3 – Значение скорости и интенсивности движения людского потока в зависимости от плотности потока

Плотность потока D	Скорость V_i , м/мин		
	горизонтальный путь	лестница вниз	лестница вверх
0,01	100	100	60
0,05	100	100	60
0,1	80	95	53
0,2	60	68	40
0,3	47	52	32
0,4	40	40	26
0,5	33	31	22
0,7	23	18	18
0,8	19	13	13
0,9 и более	15	8	11

Плотность людского потока (D_1) на первом участке вычисляется по формуле:

$$D_i = \frac{N \cdot f}{L_i \cdot \delta_i}, \quad (14.7)$$

где N – количество эвакуируемых, чел.; f – средняя площадь горизонтальной проекции человека ($f = 0,1 \text{ м}^2$); δ_i – ширина i -го участка эвакуационного пути, м.

Время прохождения дверного проема приблизительно рассчитывают по формуле:

$$t = \frac{N}{\delta_{д.п.} \cdot q_{д.п.}}, \quad (14.8)$$

где $\delta_{д.п.}$ – ширина дверного проема, м; $q_{д.п.}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проема, чел./м·мин. принимается равной 50 чел./м·мин для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./м·мин для дверей шириной 1,6 м и более.

Полученное в результате расчетное значение Q_B необходимо сравнить с допустимым уровнем пожарной опасности (для людей не более 10^{-6}).

2. Примеры решения задач

Задача 1. Проведите расчет параметров безопасной эвакуации из помещений здания.

Исходные данные для расчета:

- здание производственное – П;
- категория взрывопожароопасности производства – Б;
- степень огнестойкости – I;
- рабочее помещение: длина – 15 м; ширина – 10 м; высота – 2,7 м;
- количество людей – 50 (N), ч;
- ширина дверей ($\delta_{д.п.}$) из рабочего помещения – 1,4 м;
- ширина дверей ($\delta_{д.п.}$) из здания – 1,8 м;
- коридоры: суммарная длина (L_k) – 40 м; ширина (δ_k) – 3 м;
- лестницы: суммарная длина (L_l) – 10 м; ширина (δ_l) – 2 м;
- вероятность эвакуации по наружным путям, $P_{д.в.}$ – 0,5;
- вероятность пожара в здании в год, Qn – 10^{-3} ;
- вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты, $P_{п.з.}$ – 0,99;
- интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей $t_{н.э.}$ – 2,2 мин.

Решение:

Разобьем путь эвакуации из здания на участки:

коридоры t_k ;

лестницы вниз t_l ;

двери из здания $t_{дн1}$;

двери из рабочего помещения $t_{дн2}$

и определим время движения на каждом участке:

Для коридоров:

V_k определяем по таблице 5.3 исходя из значения D :

$$D = \frac{N \cdot f}{L_k \cdot \delta_k} = \frac{50 \cdot 0,1}{40 \cdot 3} = \frac{5}{120} \approx 0,0416 \approx 0,04.$$

$$V_k = 100 \text{ м/мин.}$$

$$t_k = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ мин.}$$

Для лестниц:

$$D = \frac{N \cdot f}{L_{\ddot{e}} \cdot \delta_{\ddot{e}}} = \frac{50 \cdot 0,1}{10 \cdot 2} = \frac{50}{20} \approx 0,25 \approx 0,3.$$

$$V_{\ddot{e}} = 52 \text{ м/мин.}$$

$$t_{\ddot{e}} = \frac{10}{52} \approx 0,2 \text{ мин.}$$

Для дверей из здания время прохождения определяем как:

$$t_{\ddot{A}.I.1} = \frac{N}{\delta_{\ddot{A}.I.1} \cdot q_{\ddot{A}.I.1}} = \frac{50}{1,8 \cdot 60} = \frac{50}{108} = 0,463 \text{ мин.}$$

Для дверей из помещения время прохождения определяем как:

$$t_{\ddot{A}.I.2} = \frac{N}{\delta_{\ddot{A}.I.2} \cdot q_{\ddot{A}.I.2}} = \frac{50}{1,4 \cdot 50} = \frac{50}{70} = 0,714 \text{ мин.}$$

Время эвакуации получаем как сумму:

$$t_p = \sum_{i=1}^n t_i;$$

$$\begin{aligned} t_p &= t_k + t_{\ddot{e}} + t_{\ddot{A}.I.1} + t_{\ddot{A}.I.2} = \\ &= 0,3 + 0,4 + 0,463 + 0,714 = 1,877 \text{ мин.} \approx 1,9 \text{ мин,} \end{aligned}$$

т. к. выполняется условие:

$$t < \tau_{\ddot{a}\ddot{e}};$$

$$1,9 < 4 \text{ мин и } \tau_{\ddot{a}\ddot{e}} < t_p + \tau_{i.y.};$$

$$4 < 1,9 + 22;$$

$$4 < 4,1;$$

$$P_{\dot{y}.i} = \frac{t_{\dot{a}\ddot{e}} - t_p}{t_{i.\dot{y}.}} = \frac{4 - 1,9}{2,2} = \frac{2,1}{2,2} = 0,95 \quad ;$$

$$P_{\dot{y}.} = 1 - (1 - P_{\dot{y}.i.}) \cdot (1 - P_{i.\dot{y}.}) = 1 - (1 - 0,95) \cdot (1 - 0,5) = 1 - 0,05 \cdot 0,5 = 0,975;$$

$$Q_{\hat{A}} = Q_n \cdot (1 - P_{\dot{y}.}) \cdot (1 - D_{n.\dot{\zeta}.}) = 10^{-3} (1 - 0,975) \cdot (1 - 0,99) = \\ = 10^{-3} \cdot 0,025 \cdot 0,01 = 2,5 \cdot 10^{-7};$$

$$2,5 \cdot 10^{-7} < 10^{-6}.$$

Вывод: Требуемый уровень пожарной безопасности на объекте обеспечен.

3. Задания для работы на занятии

Проведите расчет параметров безопасной эвакуации людей из помещений здания в соответствии с индивидуальным вариантом таблицы 8.4. Примерная схема эвакуации людей представлена на рисунке 8.2.

Сделайте вывод о пожарной безопасности объекта по полученному результату.

Таблица 7.4 – Исходные данные

Наименование исходных параметров	Величина параметров по вариантам																			
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Идентификация: производственное (П); общественное (О)	П	О	П	О	П	О	П	О	П	П	О	П	О	О	П	П	О	П	О	П
	Б	-	В	-	А	-	Е	-	В	В	А	-	-	В	Б	-	Б	Е	Е	А
Категория производства	І	ІV	ІІ	І	ІІ	V	ІV	ІІІ	ІІІ	V	ІІ	І	V	ІІІ	І	ІV	V	ІІІ	ІV	ІІ
Уровень огнестойкости: рабочее помещение: длина, м; ширина, м; высота, м	20	25	80	30	35	60	90	10	20	30	10	15	20	25	30	90	30	80	60	35
	15	20	40	20	10	35	50	5	10	10	5	10	10	20	10	50	20	40	50	10
	2,9	3,1	3,4	4,0	3,8	2,8	2,7	2,9	3,7	3,8	3,1	3,3	2,9	2,5	3,6	3,4	3,2	3,1	2,8	3,5
	60	140	360	250	60	850	430	100	40	50	20	50	30	45	90	600	250	780	550	450
Количество людей (N), ч																				
Ширина дверей (δ _{дв}): в рабочем помещении, м; в здании, м	1,3	2,8	4,2	2,2	1,5	3,5	1,6	1,2	1,4	2,8	2,8	1,4	2,2	3,5	4,2	1,5	1,2	1,6	1,4	2,8
	1,7	3,0	4,2	1,8	2,2	2,0	1,4	2,4	1,5	1,6	3,0	1,8	1,8	2,0	4,2	2,2	2,4	1,4	1,5	1,6
Коридоры: суммарная длина (L _к), м; при одной ширине (δ _к), м	46	55	120	35	30	25	65	70	15	80	15	80	70	25	65	30	35	120	55	40
	2,7	2,8	4	2,5	3,2	2,0	2,2	2,0	1,5	2,2	1,5	2,2	2,0	2,0	2,2	3,2	2,5	4	2,8	3
Тестницы: суммарная длина (L _т), м; при одной ширине (δ _т), м	14	8	15	14	12	10	25	30	20	15	10	25	8	20	10	15	14	12	30	15
	2,1	2,2	3	2,4	1,8	1,5	2,0	1,4	1,5	1,8	1,5	2,0	2,2	1,5	2	1,8	2,4	1,8	1,4	3
Вероятность эвакуации по наружным путям, P _{дв}	0,6	0,7	0,5	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8	0,5	0,8	0,7	0,8	0,99	0	0,5	0,7	0,7	0,8	0,7
Вероятность пожара в здании в год, Q _в	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	5·10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻³	3·10 ⁻⁴	5·10 ⁻³	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻³
Вероятность эффективной работы технических решений противопожарной защиты, P _{ПЗ}																				
	0,95	0,8	0,95	0,8	0,9	0,6	0,55	0,6	0,8	0,99	0,8	0,95	0,8	0,9	0,6	0,55	0,6	0,8	0,7	0,95
Интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей %, мин	2,0	1	0,7	0,9	1,4	1	2	0,6	1	2	1	1	0,5	0	0,5	1	1	1	1	1

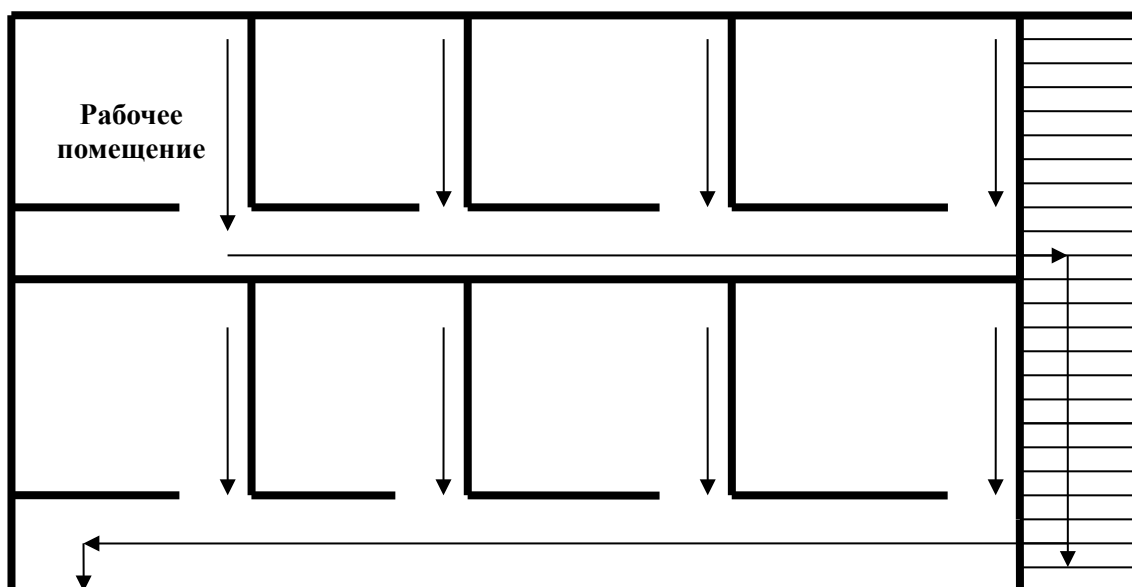


Рисунок 8.2 – Схема путей эвакуации

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Какую ответственность несут граждане за нарушение правил пожарной безопасности?
2. Охарактеризуйте причины пожаров в зданиях.
3. Охарактеризуйте опасные факторы пожара.
4. Дайте характеристику первичным средствам пожаротушения.
5. На какие классы подразделяются здания по пожароопасности?
6. Какие категории производственных зданий и сооружений по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности вы знаете?
7. Как необходимо действовать при пожаре на предприятии?
8. Что такое эвакуация?
9. Какие требования предъявляются к эвакуационным выходам и путям эвакуации?
10. Что понимается под пожарной безопасностью объекта.
11. Какие противопожарные мероприятия необходимо проводить на объекте.

12. Какие существуют системы пожарной сигнализации?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15

Тема занятия: «Анализ производственного травматизма»

1. Теоретическая часть

Оценка условий и охраны труда на предприятии позволяет определить приоритетные направления работ по их улучшению, выявлять подразделения, где они должны проводиться в первую очередь.

В качестве интегральных показателей такого рода оценки используются критерии типа

$$K_{\phi} = \sum \frac{n_i}{N_i},$$

где K_{ϕ} – коэффициент безопасности оборудования цеха;

n_i – число выполняемых требований безопасности;

N_f – общее число нормативных требований;

p – число видов оборудования в цехе (на участке).

Аналогичные показатели применяются для оценки безопасности производственных процессов, обеспеченности средствами индивидуальной защиты.

Важнейшими критериями состояния охраны труда являются статистические показатели травматизма, K_{ϕ} , K_T и $K_{\text{л}}$.

Анализ динамики изменения приведенных коэффициентов позволяет прогнозировать их значение на ближайший период.

2. Примеры решения задач

Задача 1. В 2004 году произошло 3 несчастных случая. Один имел следствием летальный исход. Число дней нетрудоспособности по двум другим составило $D_1 = 10$, $D_2 = 43$. Среднесписочное число работников в этом году – 1950. Рассчитать статистические показатели травматизма

Решение:

Коэффициент частоты травматизма определяется по формуле:

$$K_{\text{ч}} = \frac{N * 1000}{C}, \quad (15.1)$$

где N – общее число пострадавших за определенный период времени, независимо от того, закончилась ли временная нетрудоспособность в этом периоде или нет;

C – среднесписочная численность работающих за тот же период времени.

$$K_{\text{ч}} = \frac{3 * 1000}{1950} = 1,5$$

Коэффициент тяжести травматизма

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{C}, \quad (15.2)$$

где D – число дней нетрудоспособности, вызванной несчастными случаями, по которым закончилась временная нетрудоспособность.

$$K_{\text{т}} = \frac{10 + 43}{2} = 26,5$$

Коэффициент нетрудоспособности определен по формуле

$$K_{\text{н}} = K_{\text{ч}} * K_{\text{т}} = 1,5 * 26,5 = 39,8 \quad (15.3)$$

Коэффициент летальности рассчитан по формуле

$$K_{\text{л}} = \frac{Л * 10000}{C}, \quad (15.4)$$

где Л – число несчастных случаев с летальным исходом.

$$K_{\text{л}} = \frac{1 * 10000}{1950} = 5,1$$

Задача 2.

На предприятии в течение года (300 рабочих дней) работало 950 человек. Продолжительность рабочего дня 8 часов. За это время произошло 100 несчастных случаев и было потеряно по различным причинам 30000 рабочих дней. Несчастные случаи (100) привели к потере 3000 рабочих дней. Произошел один несчастный случай со смертельным исходом. Рассчитать статистические показатели травматизма.

Решение:

В теории риска для расчета статистических показателей применяют следующие зависимости.

Коэффициент частоты несчастных случаев рассчитываем по формуле

$$K_{\text{ч}} = \frac{N}{N^*}, \quad (15.5)$$

где N – число наступивших несчастных случаев;

N^* – реперное число несчастных случаев за тот же период времени.

Определяем общее количество часов работы

$$T = (950 * 300 * 8) - (30000 * 8) = 2040000 \text{ ч.}$$

Реперное число несчастных случаев за расчетный период времени составит

$$N^* = 10^{-6} * 2040000 = 2,04 \text{ нс.}$$

Коэффициент частоты

$$K_{\text{ч}} = 100/2,04 = 49,02$$

Показатель тяжести несчастных случаев (коэффициент нетрудоспособности) определен по формуле

$$K_{\text{н}} = \frac{D}{D^*}, \quad (15.6)$$

где D – число всех дней нетрудоспособности. Один летальный исход приравнивают к 6000 - 7500 дням потери работоспособности;

D^* – реперное число дней нетрудоспособности.

$$D^* = \beta_T * T \quad (15.7)$$

где β_T - 10^{-3} дн/ч.

$$D^* = 10^{-3} * (950 * 300 * 8 - 30000 * 8) = 2040 \text{ дней.}$$

При условии отсутствия несчастного случая с летальным исходом

$$K_{\text{н}} = 3000/2040 = 1,47$$

При условии наличия несчастного случая со смертельным исходом

$$K_{\text{н}} = (6000 + 3000) / 2040 = 4,41$$

3. Задания для работы на занятии

Задание 1.

Рассчитать статистические показатели травматизма по формулам теории риска.

Исходные данные приведены в таблице 15.1.

Таблица 15.1 – Исходные данные для расчетов

Номер варианта	Среднесписочное число работников, чел	Число несчастных случаев за год	Кол-во смертельных исходов	Потери рабочего времени по различным причинам, час
1	1000	85	2	4000
2	900	50	1	2000
3	500	28	2	300
4	30	5	-	200
5	150	13	2	1000
6	2000	290	3	3900
7	300	35	1	4000
8	500	47	2	2000
9	320	40	1	460

Задание 2.

По данным, приведенным в таблицах 15.2 и 15.3, определить относительные статистические показатели травматизма: коэффициент частоты несчастных случаев (Кч), коэффициент тяжести (Кт), коэффициент нетрудоспособности (Кн), коэффициент летальности (Кл). Построить графики изменения показателей Кч и Кт за исследуемый период и проследить их динамику.

Таблица 15.2

	2017	2018	2019	2020	2021
--	------	------	------	------	------

	кол- во НС	кол-во дней нетруд осп.	кол- во НС	кол-во дней нетруд осп.	кол- во НС	кол-во дней нетруд осп.	кол- во НС	кол-во дней нетруд осп.	кол- во НС	кол-во дней нетруд осп.
1	5	40	3	12	2	13	2	10	3	20
		20		4		15		20		30
		10		смерт. исх						смерт исх
		35								
		20								
2	2	10	3	14	3	10	2	20	2	13
		смерти сх		17		14		смерт. исх.		16
				30		18				
3	3	14	2	20	3	20	4	10	5	13
		17		инвал исх.		13		13		15
		30				смерт. исх		15		20
								смерт. исх		3
										4
4	2	20	3	10	4	4	3	20	3	10
		25		15		5		25		20
		смерт. исх		9		смерт. исх		15		
				10						
5	3	14	2	16	4	10	3	15	2	22
		17		2		14		18		25
		20				12		инвал. исх.		
						1				
6	2	20	3	20	2	14	3	17	2	23
		13		19		19		смерт. исх		
		смерт. исх				30				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	3	10	2	17	3	20	2	10	3	20
		16		20		24		20		30
		20				20				4
8	2	10	2	смерт. исх	1	4	3	20	2	20
		30		3				10		24
9	3	2	2	20	3	20	3	10	2	20
		3		30		25		инвал исх		10
		5				10				

Таблица 15.3

№ варианта	Среднесписочное число работающих по годам				
	2017	2018	2019	2020	2021
1	1263	1300	1000	967	900
2	1489	1400	1328	1289	1000
3	1200	1100	1000	900	897
4	900	875	870	800	500
5	890	800	790	790	678
6	600	555	450	400	367
7	400	388	206	200	100
8	300	300	200	180	160
9	400	400	390	380	300

4. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Перечислите основные методы анализа травматизма
2. Перечислите основные коэффициент статистического метода анализа травматизма
3. Расскажите об интегральном показателе анализа условий труда

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16

Тема занятия: «Расследование несчастного случая, связанного с работой»

1. Теоретическая часть

Критерии, позволяющие квалифицировать травму как производственную (несчастный случай на производстве), приведены в **Положении об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях**, утвержденном постановлением Минтруда России в 2002 г.

В соответствии с этим Положением **расследованию и учету** подлежат несчастные случаи (травмы), в том числе полученные в результате:

- нанесения телесных повреждений другим лицом;
 - теплового удара;
 - ожога;
 - обморожения;
 - утопления;
 - поражения электрическим током, молнией и ионизирующим излучением;
 - укусами насекомых и пресмыкающихся;
 - телесных повреждений, нанесенных животными;
 - повреждений, полученных в результате взрывов, аварий, разрушения зданий, сооружений и конструкций, стихийных бедствий и других чрезвычайных ситуаций).
- Если они повлекли за собой необходимость перевода работника на другую работу, временную или стойкую утрату им трудоспособности либо его смерть, происшедшие при выполнении работником своих трудовых обязанностей (работ), работы по заданию организации или индивидуального предпринимателя (в том числе по пути к

месту выполнения этих работ, в том числе на городском транспорте) в течение рабочего времени (включая установленные перерывы) на территории организации или вне ее, а также во время, необходимое для приведения в порядок орудий производства, одежды и т. п. перед началом или по окончании работы, а также при выполнении работ в сверхурочное время, выходные и праздничные дни.

Кроме того, **расследованию и учету как несчастные случаи** на производстве подлежат **травмы**, полученные:

- при следовании к месту работы или с работы на предоставленном работодателем транспорте либо на личном транспорте при соответствующем договоре или распоряжении работодателя о его использовании в производственных целях;
- при следовании к месту командировки и обратно и в некоторых других случаях.

Если несчастный случай на производстве произошел с застрахованным от него, работодатель обязан в течение суток сообщить об этом в исполнительный орган фонда социального страхования (по месту регистрации в качестве страхователя).

Расследование производит комиссия в составе представителей работодателя и трудового коллектива.

Включение в нее представителей администрации, отвечающих за охрану труда на участке, где получена травма, запрещается.

Состав комиссии утверждается приказом руководителя организации или уполномоченного им лица.

Пострадавший может принять участие в расследовании произошедшего с ним случая.

Комиссия по результатам расследования в 3-дневный срок (по решению председателя комиссии он может быть увеличен до 15 дней)

оформляет на каждого акт по форме Н –1 в двух экземплярах, для застрахованных – в трех.

Аналогично групповые травмы, которые по своим признакам отнесены к категории легких.

Акт по форме Н–1 является документом статистической отчетности (Приложение А).

Он утверждается руководителем организации и заверяется печатью.

Групповые (отнесенные по своим признакам к категории тяжелых), **тяжелые и смертельные несчастные случаи** расследуются в течение 15 дней (при необходимости срок расследования может быть увеличен) комиссией в составе:

- государственного инспектора по охране труда;
- представителя работодателя;
- органа исполнительной власти соответствующего субъекта РФ;
- профсоюзного или иного уполномоченного работниками

представительного органа.

Кроме акта по форме Н–1, на каждого пострадавшего в этом случае составляется специальный акт о расследовании группового несчастного случая на производстве (тяжелого несчастного случая на производстве, несчастного случая на производстве со смертельным исходом).

Кроме того, государственный инспектор по охране труда пишет свое заключение.

На расследование дается 15 дней.

Если при расследовании несчастного случая на производстве, произошедшего с застрахованным, комиссией установлено, что его возникновению или увеличению причиненного им вреда здоровью содействовала грубая неосторожность пострадавшего, то с учетом заключения профкома или иного уполномоченного застрахованным органа комиссия определяет степень его вины (в процентах).

В этом случае размер страховых выплат соответственно понижается (максимально на 25 %).

2. Задания для работы на занятии

1. Ответить на вопросы (поставить знак плюс в соответствующей графе, если приведенный случай попадает под одну из указанных категорий, либо прочерк во всех графах), представленные в таблице 9.3.

Таблица 16.1 - Квалифицировать события, произошедшие с работником на производстве

Описание события	Квалификация событий на производстве				
	Несчастный случай на производстве				Несчастный случай, не связанный с производством
	Обычный	Групповой	Тяжелый	Смертельный	
1. Пожилой грузчик магазина начал разгружать поддоны с хлебом из привезшей их автомашины. Через полчаса работы он вдруг потерял сознание, был увезен «скорой помощью» в больницу, где, не приходя в сознание, скончался от инфаркта					
2. Двое студентов ехали в городском автобусе из общежития на лекции. По дороге автобус столкнулся с груженым самосвалом. Оба студента с тяжелыми переломами попали в больницу					
3. Шахтер в обеденный перерыв выпил большую дозу адкоголя. В середине второй половины смены он заснул около не работавшего ленточного транспортера. При запуске транспортера с центрального пункта управления кисть спящего около него пьяного шахтера попала под ленту и у него был сломан палец.					

4. Мастер кузнечного участка с целью контроля выполняемых работ подошел к ковочному молоту, на котором кузнец обрабатывал раскаленную деталь. Неожиданно отлетевшая от детали частица попала мастеру на тыльную часть левой кисти. В медпункте предприятия место ожога ему перевязали, и мастер вернулся на участок и продолжил там свою работу					
5. Строительная компания перевозила на своем автобусе 20 рабочих с одной стройки на другую. На скользкой дороге автобус съехал в кювет. При этом трое работников получили ушибы и были отправлены в больницу. Один из них вышел на работу через 3 дня, а 2 других - 2 через неделю.					

3. Задания и вопросы для формирования и контроля владения компетенциями

1. Перечислите обязанности работодателя при получении информации о факте несчастного случая.
2. Назовите обязанности работодателя при расследовании несчастного случая.
3. Какие несчастные случаи относят к случаям связанным с производством?
4. Укажите сроки расследования несчастных случаев.
5. Какие несчастные случаи квалифицируются как несчастные случаи, не связанные с производством?
6. Перечислите порядок оформления несчастных случаев и их учета.

7. Назовите особенности расследования группового несчастного случая на производстве, тяжелого несчастного случая на производстве и несчастного случая на производстве со смертельным исходом.

8. Укажите порядок расследования несчастных случаев.

Один экземпляр направляется
пострадавшему или его
доверенному лицу

УТВЕРЖДАЮ

(подпись, фамилия, инициалы
работодателя
(его представителя))
“ ____ ” _____ 20 ____ г.

М.П.

**АКТ № _____
о несчастном случае на производстве**

1. Дата и время несчастного случая _____
(число, месяц, год и время происшествия несчастного случая,

количество полных часов от начала работы)

2. Организация (работодатель), работником которой является (являлся) пострадавший _____
(наименование, место нахождения, юридический адрес, ведомственная и отраслевая

принадлежность /ОКОНХ основного вида деятельности/; фамилия, инициалы
работодателя –

физического лица)

Наименование структурного подразделения _____

3. Организация, направившая работника _____
(наименование, место нахождения, юридический адрес, отраслевая принадлежность)

4. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

(фамилии, инициалы, должности и место работы)

5. Сведения о пострадавшем:

фамилия, имя, отчество _____

пол (мужской, женский) _____

дата рождения _____

профессиональный статус _____

профессия (должность) _____

стаж работы, при выполнении которой произошел несчастный случай _____

(число полных
лет и месяцев)

в том числе в данной организации _____

(число полных лет и месяцев)

6. Сведения о проведении инструктажей и обучения по охране труда

Вводный инструктаж _____
(число, месяц, год)

Инструктаж на рабочем месте /первичный, повторный, внеплановый, целевой/
(нужное подчеркнуть)

по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

(число, месяц, год)
Стажировка: с _____
“ _____ ” _____ 200 ____ г. по “ _____ ” _____ 200 ____ г.

(если не проводилась – указать)
несчастный случай: с “ _____ ” _____ 200 ____ г. по “ _____ ” _____ 200 ____ г.

(если не проводилось – указать)
Проверка знаний по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел несчастный случай

(число, месяц, год, № протокола)
7. Краткая характеристика места (объекта), где произошел несчастный случай _____

(краткое описание места происшествия с указанием опасных и (или) вредных
производственных

факторов со ссылкой на сведения, содержащиеся в протоколе осмотра места несчастного
случая)

Оборудование, использование которого привело к несчастному случаю _____
(наименование, тип, марка, год выпуска, организация-изготовитель)

8. Обстоятельства несчастного случая

(краткое изложение обстоятельств, предшествовавших несчастному случаю, описание
событий

и действий пострадавшего и других лиц, связанных с несчастным случаем, и другие
сведения,

установленные в ходе расследования)

8.1. Вид происшествия _____

8.2. Характер полученных повреждений и орган, подвергшийся повреждению,
медицинское заключение о тяжести повреждения здоровья

8.3. Нахождение пострадавшего в состоянии алкогольного или наркотического опьянения

(нет, да – указать состояние и степень опьянения в соответствии с заключением по

результатам освидетельствования, проведенного в установленном порядке)

8.4. Очевидцы несчастного случая _____

(фамилия, инициалы, постоянное место жительства, домашний телефон)
9. Причины несчастного случая _____
(указать основную и сопутствующие причины

несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных

нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

10. Лица, допустившие нарушение требований охраны труда:

(фамилии, инициалы, должности (профессии) с указанием требований законодательных,

иных нормативных правовых и локальных нормативных актов, предусматривающих их

ответственность за нарушения, явившиеся причинами несчастного случая, указанными в
п. 9

настоящего акта; при установлении факта грубой неосторожности пострадавшего указать

степень его вины в процентах)

Организация (работодатель), работниками которой являются данные лица

(наименование, адрес)

11. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

Подписи лиц, проводивших
расследование несчастного случая

(подписи)

(фамилии, инициалы)

(дата)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 17

Тема занятия: «Мониторинг рабочих мест по условиям труда»

1. Теоретическая часть

Условия труда – совокупность факторов трудового процесса, окружающей (производственной) среды, внешнего оформления места работы, отношения работника к выполняемой работе, оказывающих влияние на функциональное состояние организма человека – его здоровье и продолжительность жизни, работоспособность и удовлетворенность трудом, воспроизводство рабочей силы и эффективность труда.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) – это единый комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных нормативных требований (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников.

Правовые и организационные основы специальной оценки условий труда, порядок проведения, а также права, обязанности и ответственность участников специальной оценки условий труда установлены Федеральным законом от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [5].

Специальная оценка условий труда проводится в соответствии с Методикой проведения, утверждаемой федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда, с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений. В настоящее время действует Методика проведения специальной оценки условий труда, утвержденная Приказом Минтруда России от 24.01.2014 N 33н [6]/

В соответствии с требованиями ст. 212 Трудового кодекса РФ работодатель обязан обеспечить проведение специальной оценки условий труда за счет собственных средств. При этом, необходимо обратить внимание на то, что затраты на проведение специальной оценки условий труда рабочих мест относятся к расходам, которые частично может компенсировать Фонд социального страхования.

Специальная оценка условий труда включает:

1. Оценку факторов производственной среды и трудового процесса.
2. Оценку обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты.

Специальной оценке условий труда подлежат все имеющиеся в организации рабочие места, кроме рабочих мест надомников, дистанционных работников и работников, вступивших в трудовые отношения с работодателями – физическими лицами, которые не являются индивидуальными предпринимателями.

Рабочее место – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя.

Среди факторов производственной среды и трудового процесса выделяют вредные и опасные производственные факторы.

Вредный производственный фактор (ВПФ) – фактор среды и трудового процесса, воздействие которого на работающего при определенных условиях (интенсивность, длительность и др.), может вызвать профессиональное заболевание, временное или стойкое снижение работоспособности, повысить частоту соматических и инфекционных заболеваний, привести к нарушению здоровья потомства.

Опасный производственный фактор (ОПФ) – фактор среды и трудового процесса, который может быть причиной острого заболевания или внезапного резкого ухудшения здоровья, смерти.

Один и тот же фактор может быть опасным или вредным в зависимости от его количественных характеристик, времени действия, особенностей организма человека.

Для характеристики факторов трудового процесса используют такие понятия как тяжесть и напряженность труда.

Тяжесть труда – характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно – двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Факторы трудового процесса, характеризующие тяжесть физического труда, – это в основном мышечные усилия и затраты энергии: физическая динамическая нагрузка, масса поднимаемого и перемещаемого груза, стереотипные рабочие движения, статическая нагрузка, рабочие позы, наклоны корпуса, перемещение в пространстве.

Напряженность труда – характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональные нагрузки, монотонность нагрузок, режим работы.

Условия труда подразделяют на четыре класса: 1-й класс – оптимальные; 2-й класс – допустимые; 3-й класс – вредные; 4-й класс – опасные (экстремальные).

Оптимальные условия труда (1-й класс) – такие условия, при которых сохраняется здоровье работающего и создаются предпосылки для поддержания высокого уровня его работоспособности.

Оптимальные нормативы установлены для параметров микроклимата и факторов трудового процесса.

Для других факторов условно за оптимальные принимают такие условия труда, при которых неблагоприятные факторы отсутствуют либо не превышают уровни, принятых в качестве безопасных для населения.

Допустимые условия труда (2-й класс) – такие уровни факторов среды и трудового процесса, которые не превышают установленных гигиенических нормативов для рабочих мест, а возможные изменения функционального состояния организма восстанавливаются во время регламентированного отдыха или к началу следующей смены. Они не должны оказывать неблагоприятное воздействие в ближайшем и отдаленном периоде на здоровье работающего и его потомства.

Вредные условия труда (3-й класс) характеризуются наличием вредных производственных факторов, превышающих гигиенические нормативы и оказывающих неблагоприятное действие на организм работающего и (или) его потомство.

Вредные условия труда по степени превышения гигиенических нормативов и выраженности изменений в организме работающих подразделяют на четыре степени:

Первая степень (3.1) – условия труда характеризуются такими отклонениями уровней вредных факторов от гигиенических нормативов, которые, как правило, вызывают функциональные изменения, восстанавливающиеся, как правило, при более длительном прерывании контакта с вредными факторами и увеличивают риск повреждения здоровья;

Вторая степень (3.2) определяется такими уровнями производственных факторов, которые могут вызывать стойкие функциональные нарушения, приводящие в большинстве случаев к росту заболеваемости, временной утрате трудоспособности, повышению частоты общей заболеваемости, появлению начальных признаков профессиональной патологии;

При **третьей степени (3.3)** воздействие уровней вредных факторов приводит, как правило, к развитию профессиональной патологии в легких формах, росту хронической общесоматической патологии, в том числе к повышению уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности.

В условиях труда **четвертой степени (3.4)** могут возникнуть выраженные формы профессиональных заболеваний, отмечается значительный рост хронической патологии и высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности;

Экстремальные условия труда (4) характеризуются такими уровнями производственных факторов, воздействие которых в течение рабочей смены (или её части) создает угрозу для жизни, высокий риск возникновения тяжелых форм острых профессиональных поражений.

Класс условий труда определяют по степени отклонения параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов в соответствии с выявленным влиянием этих отклонений на функциональное состояние и здоровье работающих.

На производстве для определения класса условий труда проводят инструментальные измерения всех опасных, вредных факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса и сравнивают полученные значения с установленными нормативам.

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по показателям микроклимата (нагревающего и охлаждающего) осуществляется в соответствии с таблицами 17.1 – 17.4.

Нормативные величины освещения выбирают из таблицы 17.6, составленной в соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

После присвоения классов по отдельным показателям искусственного освещения (освещенности, показателя ослепленности, неравномерности распределения яркости) проводят окончательную оценку по фактору, отнесенному к наибольшей степени вредности.

Общую оценку условий труда по показателям световой среды проводят на основе оценок по естественному и искусственному освещению путем выбора из них наибольшей степени вредности (таблица 17.5).

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по уровню химического фактора осуществляют по таблице 17.7.

Степень вредности условий труда устанавливают по максимальным концентрациям вредных веществ, приведенным в ГН 2.2.5.686-98 «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», а при наличии соответствующего норматива и по среднесменным величинам (нормативные величины приведены в таблице 17.8).

Класс условий труда и степень вредности при профессиональном контакте с аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (АПФД) определяют, исходя из фактических величин среднесменных концентраций АПФД и кратности превышения среднесменных ПДК оценивают по таблице 17.9.

Таблица 17.1– Классы условий труда по показателям микроклимата для производственных помещений независимо от периодов года и открытых территорий в теплый период года

Показатель	Класс условий труда						
	Оптималь- ный	Допусти- мый	Вредный				Опасный (экстрем.)
			1 степени	2 степени	3 степени	4 степени	
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Температура воздуха, °С	по СанПиН*	по СанПиН*	- по показателю ТНС-индекса (таблица 2.3); - по температуре воздуха для помещений с охлаждающим микроклиматом (таблица 2.4)				
Скорость движения воздуха, м/с	по СанПиН*	по СанПиН*	- учтена в показателе ТНС-индекса (таблица 2.3) - при оценке охлаждающего микроклимата учитывается в качестве температурной поправки (таблица 2.4)				
Влажность воздуха, %	по СанПиН*	по СанПиН*	по показателю ТНС-индекса (таблица 1.2) или				
ТНС-индекс, °С			14-10	<10			
Тепловое облучение, Вт/м ² **	по СанПиН*	по СанПиН*	1001-1500	1501-2000	2001-2500	2501-2800	>2800

***В соответствии с СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».**

**** В диапазоне интенсивности теплового излучения от 141 до 1000 Вт/м² нагревающий микроклимат следует оценивать по ТНС – индексу ($TNS = 0,7 * T_{вл} + 0,3 * T_{ш}$).**

Таблица 17.2 – Классы условий труда по показателю ТНС – индекса (°С) для производственных помещений с нагревающим микроклиматом независимо от периода года и открытых территорий в теплый период года

Категория работ *	Общие энергозатраты, Вт/м²*	Класс условий труда						
		Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный (экстрем.)
				1 степени	2степени	3степени	4 степени	
				1	2	3.1	3.2	
Ia	68(58-77)	22,2-26,4		26,5-26,6	26,7-27,4	27,5-28,6	28,7-31,0	>31,0
Iб	88(78-97)	21,5-25,8		25,9-26,1	26,2-26,9	27,0-27,9	28,0-30,3	>30,3
IIa	113(98-129)	20,5-25,8		25,2-25,5	25,6-26,2	26,3-27,3	27,4-29,9	>29,9
IIб	145(130-160)	19,5-23,9		24,0-24,2	24,3-25,0	25,1-26,4	26,5-29,1	>29,1
III	177(161-193)	18,0-21,8		21,9-22,2	22,3-23,4	23,5-25,7	25,8-27,9	>27,9

* В соответствии с приложением 1 к СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» или по формуле

$$Q = 4 \times ЧСС - 255,$$

где Q – общие энергозатраты, Вт/м²;

$ЧСС$ – среднемесячная частота сердечных сокращений, определяемая как средневзвешенная величина с учетом времени, затраченного на выполнение различного вида работ и отдых.

Таблица 17.3 – Классы условий труда по показателю температуры воздуха (°С, нижняя граница) при работе в производственных помещениях с охлаждающим микроклиматом

Категория работ *	Общие энергозатраты, Вт/м ² *	Класс условий труда						
		Оптимальный	Допустимый	Вредный				Опасный (экстрем.)
				1 степени	2 степени	3 степени	4 степени	
		1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Ia	68(58-77)	по СанПиН*	по СанПиН*	18	16	14	12	
Iб	88(78-97)	по СанПиН*	по СанПиН*	17	15	13	11	
IIa	113(98-129)	по СанПиН*	по СанПиН*	14	12	10	8	
IIб	145(130-160)	по СанПиН*	по СанПиН*	13	11	9	7	
III	177(161-193)	по СанПиН*	по СанПиН*	12	10	8	6	

*В соответствии с приложением 1 к СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

** Применительно к 3 классу условий труда приведена температура воздуха, °С

Примечание. При увеличении скорости движения воздуха на 0,1 м/с от оптимальной (по СанПиН «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений») температура воздуха должна быть увеличена на 0,2 °С.

Таблица 17.4– Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория тяжести работ	Температуры воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %		Скорость движения воздуха (оптимальная), м/с, не более
		оптимальные	допустимые	оптимальная	допустимая	
Холодный	Легкая – Ia	22-24	20-25	40-60	15-75	0,1
	Легкая – Ib	21-23	19-24	40-60	15-75	0,1
	Среднейтяжести-IIa	18-20	17-23	40-60	15-75	0,2
	Среднейтяжести-IIб	17-19	15-22	40-60	15-75	0,2
	Тяжелая -III	16-18	13-21	40-60	15-75	0,3
Теплый	Легкая – Ia	23-25	21-28	40-60	15-75	0,1
	Легкая – Ib	22-24	20-28	40-60	15-75	0,2
	Среднейтяжести-IIa	21-23	18-27	40-60	15-75	0,3
	Среднейтяжести-IIб	20-22	16-27	40-60	15-75	0,3
	Тяжелая -III	18-20	15-26	40-60	15-75	0,4

Таблица 17.5 – Классы условий труда в зависимости от параметров световой среды производственных помещений

Фактор, показатель		Класс условий труда				
		Допустимый	Вредный – 3			
			1 степени	2 степени	3 степени	4 степени
			2	3.1	3.2	3.3
ЕСТЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ						
Коэффициент естественной освещенности (КЕО, %)		≥ 0,6*	0,1-0,6*	<0,1**		
ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ						
Освещенность рабочей поверхности (Е, лк) для разрядов зрительных работ	I – IV, VII	Ен***	0,5Ен<Ен	<Ен		
	V, VI, VIII-XIV	Ен***	<Ен			
Показатель ослепленности(Р, отн. ед)		Рн***	>Рн			
Отраженная блескость		отсутствие	наличие			
Коэффициент пульсации освещенности (Кп, %)		Кпн***	>Кпн			
Яркость (L, кд/м²)		Ln***	>Ln			
Неравномерность распределения яркости (С, отн. ед.)		Сн***	>Сн			

* Для первой группы административных районов по ресурсам светового климата (в соответствии со СНиП 23-05-95

** При наличии мер по компенсации ультрафиолетовой недостаточности – класс 3.1.

*** Нормативные значения: освещенности E_n , показателя ослепленности – R_n , коэффициента пульсации освещенности – $K_{пн}$, яркости – L_n , неравномерности распределения яркости – C_n в соответствии со СНиП 23-05-95 и отраслевыми (ведомственными) нормативными документами по освещению.

Таблица 17.6 – Нормы искусственного и естественного освещения в соответствии со СНиП 23–05–95

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Освещенность при общем освещении, лк	КЕО при естественном освещении (боковом), %
Наивысшей точности	Менее 0,15	Ia		
		Iб	1250	
		Iв	750	
		Iг	400	
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	IIa		
		IIб	750	
		IIв	500	
		IIг	300	
Высокой точности	От 0,30 до 0,5	IIIa	500	
		IIIб	300	
		IIIв	300	
		IIIг	200	
Средней точности	От 0,5 до 1,0	IVa	300	1,5
		IVб	200	
		IVв	200	
		IVг	200	
Малой точности	От 1,0 до 5,0	Va	300	1,0
		Vб	200	
		Vв	200	
		Vг	200	
Грубая(очень малой точности)	Более 5	VI	200	1,0
Общее наблюдение за ходом производственного процесса Постоянное		VIIIa	200	1,0
Периодическое		VIIIб	75	

Таблица 17.7 – Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны вредных веществ химической природы (превышение ПДК, раз)

Вредные вещества	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Вредные вещества 1-2 класса опасности, за исключением перечисленных ниже	≤ ПДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	>20,0
Вредные вещества 3-4 класса опасности, за исключением перечисленных ниже	≤ ПДК	1,1-3,0	3,1-10,0	>10,0		
Вещества, опасные для развития острого отравления с остронаправленным механизмом действия, раздражающего действия	≤ ПДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0
Канцерогены	≤ ПДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	>10,0	
Аллергены	≤ ПДК		1,1-3,0	3,1-10,0	>10,0	
Противоопухолевые лекарственные средства, гормоны (эстрогены)					+	
Наркотические анальгетики			+			

+ независимо от концентрации вредного вещества в воздухе рабочей зоны условия труда относятся к данному классу

Таблица 17.8 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны (по ГН 2.2.5.686-98 с дополнениями ГН 2.2.5.691-98)

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности
Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)	5	П	III
Аммиак	20	П	IV
Ангидрид сернистый ⁺	10	П	III
Ацетон	200	П	IV
Бензин (растворитель)	100	П	IV
Водород хлористый	5	П	II
Керосин, лигроин, уайт-спирт (в пересчете на С)	300	П	IV
Кислота серная ⁺	1	А	II
Масла минеральные нефтяные ⁺	5	А	III
Пыль растительного и животного происхождения: зерновая	4	А	III
мучная, древесная и др.(с примесью диоксида кремния менее 2%)	6	А	IV
крахмальная	6	А	IV
сахарная	10	А	IV
лактозы	20	А	IV
Сероводород ⁺	10	П	II
Сероуглерод	1	П	III
Сода кальцинированная ⁺	2	А	III
Спирт этиловый	1000	П	IV
Углерода оксид	20	П	IV
Хлор ⁺	1	П	II
Щелочи едкие ⁺ (растворы в пересчете на NaOH)	0,5	А	II

Примечания: Условные обозначения: П – пары и/или газы; А – аэрозоль;
⁺ - требуется специальная защита кожи и глаз.

Таблица 17.9 – Классы условий труда в зависимости от содержания в воздухе рабочей зоны аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) и пылевых нагрузок на органы дыхания (кратность превышения ПДК и КПН)

Показатель	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный (экстремальный) **
	2	3,1	3,2	3,3	3,4	4
Превышение ПДК, раз						
Концентрация пыли	≤ПДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10	
Превышение КПН, раз						
Пылевая нагрузка (ПН)*	≤КПН	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	>10	
Пылевая нагрузка для пылей с выраженным фиброгенным действием (ПДК ≤1 мг/м ³), а также для асбестосодержащих пылей	≤КПН	1,1-1,5	1,6-3,0	3,1-5,0	>5	

ПН на органы дыхания рабочего рассчитывают, исходя из фактических среднесменных концентраций АПФД в воздухе рабочей зоны, объема легочной вентиляции (зависящего от тяжести труда) и продолжительности контакта с пылью

$$ПН=K*N*T*Q,$$

где К – фактическая среднесменная концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м³; N – число рабочих смен в календарном году; Т – количество лет контакта с АПФД; Q – объем легочной вентиляции за смену, м³.

Объем легочной вентиляции за смену составляет: для работ категории Ia–Iб – 4м³; для работ категории IIa–IIб – 7 м³; для работ категории III – 10 м³.

$$КПН = ПДК \times N \times T \times Q,$$

где ПДК – среднесменная предельно допустимая концентрация пыли в зоне дыхания работника, мг/м³. N – число рабочих смен в календарном году; Т – количество лет контакта с АПФД; Q – объем легочной вентиляции за смену, м³.

При соответствии фактической пылевой нагрузки контрольному уровню условия труда относят к допустимому классу.

Виброакустическое загрязнение является одной из ведущих проблем экологической безопасности человека. Каждый второй житель планеты ощущает в той или иной мере его неблагоприятное воздействие.

Степень вредности и опасности условия труда при действии виброакустических факторов устанавливают с учетом их временных характеристик (постоянный, непостоянный шум, вибрация и т.д.).

Градации условий труда при воздействии на работающих шума, вибрации, инфра- и ультразвука в зависимости от величины превышения действующих нормативов представлена в таблице 5.10.

При оценке воздействия производственного шума, ПДУ выбирают по таблице 17.11 (согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96).

При оценке воздействия производственной вибрации, ПДУ выбирают по таблице 17.12 (согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96).

Отнесение условий труда к тому или иному классу вредности и опасности при воздействии неионизирующих электромагнитных излучений осуществляют в соответствии с таблицей 17.13.

Величины ПДУ приведены в таблицах 17.14 – 17.16.

Оценку тяжести и напряженности трудового процесса производят в соответствии с данными, приведенными в таблицах 17.17, 17.18.

Карта оценки условия труда приведена в таблице 17.19.

Коды производственных факторов приведены в таблице 17.20.

Перечень основных стандартов ССБТ и гигиенических нормативов, используемых при специальной оценке рабочих мест по условиям труда приведен в таблице 17.21.

Таблица 17.10 – Классы условий труда в зависимости от уровней шума, локальной и общей вибрации, инфра- и ультразвука на рабочем месте

Название фактора, показатель, единица измерения	Класс условий труда					
	Допустимый	Вредный				Опасный
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
	Превышение ПДУ до...					
ШУМ Эквивалентный уровень звука, дБА	≤ ПДУ*	5	15	25	35	>35
ВИБРАЦИЯ ЛОКАЛЬНАЯ Эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ*	3	6	9	12	>12
ВИБРАЦИЯ ОБЩАЯ Эквивалентный корректированный уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ*	6	12	18	24	>24
ИНФРАЗВУК Общий уровень звукового давления, дБ Лин	≤ ПДУ*	5	10	15	20	>20
УЛЬТРАЗВУК ВОЗДУШНЫЙ Уровни звукового давления в 1/3 октавных полосах частот, дБ	≤ ПДУ*	10	20	30	40	>40
УЛЬТРАЗВУК КОНТАКТНЫЙ Уровень виброскорости, дБ	≤ ПДУ*	5	10	15	20	>20

* в соответствии с санитарными нормами

Таблица 17.11 – Уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц

Помещения	Уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Эквив ал. уровни звука, L_A , дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Помещения с постоянными рабочими местами и рабочими зонами на производственных предприятиях и рабочие места на территории предприятий									
предельно допустимые	99	92	86	83	80	78	76	74	85
рекомендуемые	94	87	82	78	75	73	71	69	80
Рабочие помещения управлений, рабочие помещения конструкторских, проектных организаций и научно-исследовательских институтов	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Рабочие помещения управлений и лабораторий производственных предприятий	79	70	63	58	55	52	50	49	60

Примечание. 1. Для тонального и импульсного шума допустимые уровни должны быть уменьшены на 5 дБ

Таблица 17.12 – Нормы вибрации

Виды	Логарифмические уровни виброскорости, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц										
	1	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Технологическая: На постоянных рабочих местах в производственных помещениях		108	99	93	92	92	92				
В складах, столовых, бытовых, дежурных и др. производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрации		100	91	85	84	84	84				
В помещениях для работников умственного труда		91	82	76	75	75	75				
Локальная вибрация				120	120	117	114	111	108	105	102

Таблица 17.13 – Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных излучений (электромагнитные поля и излучения)

Фактор	Класс условий труда						
	Оптималь- ный	Допусти- мый	Вредный **				Опасный (экстрем.)
			1 степени	2 степени	3 степени	4 степени	
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Превышение ПДУ(раз)							
Геомагнитные поля * ²	Естеств. фон	≤ВДУ	≤5	≤10	≤50	>50	
Электростатическое поле * ³	Естеств. фон	≤ПДУ* ¹	≤3	≤5	≤10	>10	
Постоянное магнитное поле * ⁴	Естеств. фон	≤ПДУ	≤5	≤10	≤100	>100	
Электрические поля промышленной частоты (50 Гц) * ⁵	Естеств. фон	≤ПДУ* ¹	≤3	≤5	≤10	>10	>40*
Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)* ⁶	Естеств. фон	≤ПДУ* ¹	≤5	≤10	≤50	>50	
ЭМИ, создаваемые ВДТ и ПЭВМ		≤ПДУ	≤5	≤10	≤50	>50	
ЭМИ радиочастотного диапазона:							
0,01 - 0,03 МГц	Ест.фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	
0,03 - 3,0 МГц	Ест.фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	
3,0 - 30,0 МГц	Ест.фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	
30,0 - 300,0 МГц	Ест.фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	>50**
300,0МГц – 300,0 ГГц	Ест.фон	≤ПДУ	≤3	≤5	≤10	>10	>50***

*¹ Значения ПДУ, с которыми проводится сравнение измеренных на рабочих местах величин ЭМИ, определяются в зависимости от времени воздействия фактора в течение рабочего дня.

*² В соответствии с «Временными допустимыми уровнями ослабления интенсивности геомагнитного поля на рабочих местах» (проект).

*³ В соответствии с ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля».

*⁴ В соответствии с «Предельно допустимыми уровнями воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и материалами» (№1742-77).

*⁵ В соответствии с «Санитарными нормами и правилами выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты (50 Гц)» (№5802-91).

Таблица 17.14 – Предельно допустимые значения энергетической экспозиции (СН 2.2.4/2.1.8.055 – 96)

Диапазоны частот	Предельно допустимая энергетическая экспозиция		
	По электрической составляющей, $(В/м)^2$ ч	По магнитной составляющей, $(А/м)^2$ ч	По плотности потока энергии, $(мкВт/см^2)$ ч
30кГц – 3МГц	20000,0	200	-
3-30 МГц	7000,0	Не разработаны	-
30-50 МГц	800,0	0,72	-
50-300 МГц	800,0	Не разработаны	-
300 МГц-300 ГГц	-	-	200,0

Таблица 5.15 – Предельно допустимые уровни напряженности электрической и магнитной составляющих в диапазоне частот 30 кГц – 300 МГц и плотности потока энергии в диапазоне частот 300 МГц – 300 ГГц в зависимости от продолжительности воздействия (СН 2.2.4/2.1.8.055 – 96)

Продолжит. воздействия, Т,ч	Епду, В/м			Нпду, А/м		ППЭпду, мкВт/см ² в диапазоне частот 300МГц–300ГГц
	0,03 – 3 МГц	3 – 30 МГц	30 – 300 МГц	0,03 – 3 МГц	30 – 50 МГц	
8,0 и более	50	30	10	5,0	0,3	25
7,0	53	32	11	5,3	0,32	29
6,0	58	34	12	5,8	0,34	33
5,0	63	37	13	6,3	0,38	40
4,0	71	42	14	7,1	0,42	50
3,0	82	48	16	8,2	0,49	67
2,0	100	59	20	10,0	0,60	100
1,0	141	84	28	14,2	0,85	200
0,5	200	118	40	20,0	1,2	400
0,25	283	168	57	28,3	1,7	1000 *
0,08 и менее	500	296	80	50,0	3,0	

* - для продолжительности воздействия 0,20 и менее

Таблица 5.16 – Напряженность магнитного поля промышленной частоты (СН 3206-85)

Продолжительность воздействия Т, ч	Нпду, кА/м
1	6,0
2	4,9
3	4,0
4	3,2
5	2,5
6	2,0
7	1,6
8	1,4

Таблица 17.17 – Классы условий труда по показателю тяжести трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный(легкая физическая нагрузка)	Допустимый (средняя физическая нагрузка)	Вредный (тяжелый труд)	
			1 степени	2 степени
	1	2	3.1	3.2
1	2	3	4	5
1. Физическая динамическая нагрузка (единицы внешней механической работы за смену, кгм)				
1.1. При региональной нагрузке (с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) при перемещении груза на расстояние до 1 м: для мужчин для женщин	до 2500 до 1500	до 5000 до 3000	до 7000 до 4000	более 7000 более 4000
1.2. При общей нагрузке (с участием мышц рук, корпуса, ног):				
1.2.1. При перемещении груза на расстояние от 1 до 5 м: для мужчин для женщин	до 12500 до 7500	до 25000 до 15000	до 35000 до 25000	более 35000 более 25000
1.2.2. При перемещении груза на расстояние более 5 м: для мужчин для женщин	до 24000 до 14000	до 46000 до 28000	до 70000 до 40000	более 70000 более 40000
2. Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную (кг)				
2.1. Подъем и перемещение (разовое) тяжести при чередовании с другой работой (до 2 раз в ч): для мужчин для женщин	до 15 до 5	до 30 до 10	до 35 до 12	более 35 более 12
2.2. Подъем и перемещение (разовое) тяжести постоянно в течение рабочей смены: для мужчин для женщин	до 5 до 3	до 15 до 7	до 20 до 10	более 20 более 10

Окончание таблицы 17.17

1.		2	3	4	5
2.3.Суммарная масса грузов, перемещаемых в течение каждого часа смены					
2.3.1. С рабочей поверхности : для мужчин для женщин		до 250 до 100	до 870 до 350	до 1500 до 700	более 1500 более 700
2.3.2. С пола: для мужчин для женщин		до 100 до 50	до 435 до 175	до 600 до 350	более 600 более 350
3. Стереотипные рабочие движения (количество за смену)					
3.1. При локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук)		до 20000	до 40000	до 60000	более 60000
3.2. При региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса)		до 10000	до 20000	до 30000	более 30000
4.Статическая нагрузка – величина статической нагрузки за смену при удержании груза (приложении усилий, кгс * с)					
4.1 Одной рукой:	для мужчин	До 18000	До 36000	До 70000	Более70000
	для женщин	До 11000	До 22000	До 42000	Более42000
4.2 Двумя руками	для мужчин	До 36000	До 70000	До140000	Более140000
	для женщин	До 22000	До 42000	До 84000	Более84000
4.3 С участием мышц корпуса и ног:	для мужчин	До 43000	До 100000	До 200000	Более200000
	для женщин	До 26000	До 60000	До 120000	Более 120000
5. Наклоны корпуса-					
5. Наклоны корпуса (вынужденные более 30°), кол-во за смену		До 50	51-100	101-300	Свыше 300
6. Перемещения в пространстве, обусловленные технологическим процессом, км					
6.1. По горизонтали		До 4	До 8	До 12	Более 12
6.2. По вертикали		До 2	До 4	До 8	Более 8

Таблица 17.18 – Классы условий труда по показателю напряженности трудового процесса

Показатели тяжести трудового процесса	Классы условий труда			
	Оптимальный(напряженность труда легкой степени)	Допустимый (напряженность труда средней степени)	Вредный (напряженный труд)	
			1 степени	2 степени
1	2	3	4	5
1. Интеллектуальные нагрузки				
1.1 Содержание работы	Отсутствует необходимость принятия решения	Решение простых задач по инструкции	Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам (работа по серии инструкций)	Эвристическая (творческая) деятельность, требующая решения алгоритма, единоличное руководство в сложных ситуациях
1.2. Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов, но не требуется коррекция действий	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключит.оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей комплексной оценкой связанных параметров. Комплексная оценка всей производственной деятельности
1.3. Распределение функций по степени сложности задания	Обработка и выполнение задания	Обработка, выполнение задания и его	Обработка, проверка и контроль за выполнением задания	Контроль и предварительная работа по распределению заданий другим лицам

		проверка			
Продолжение таблицы 17.18					
1	2	3	4	5	
1.4. Характер выполняемой работы	Работа по индивидуальному плану	Работа по установленному графику с возможной его коррекцией по ходу деятельности	Работа в условиях дефицита времени	Работа в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат	
2. Сенсорные нагрузки					
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения (% от времени смены)	до 25	26-50	51-75	более 75	
2.2. Плотность сигналов (свет., звук.) и сообщений в среднем за 1 час работы	до 75	75-175	176-300	более 300	
2.3. Число производственных объектов одновременного наблюдения	до 5	6-10	11-25	более 25	
2.4. Наблюдение за экранами видеотерминалов, ч/смену:	При буквенно – цифровом типе отображения информации	до 2	2-3	3-4	более 4
	При графическом типе отображения информации	до 3	3-5	5-6	более 6
2.5. Нагрузка на слуховой анализатор	разборчивость слов и сигналов от 100% до	разборчивост ь слов и	разборчивость слов и сигналов от 70%	разборчивость слов и сигналов менее 50%	

	90%	сигналов от 90% до 70%	до 50%	
--	------------	-----------------------------------	---------------	--

Окончание таблицы 17.18

1	2	3	4	5
3. Монотонность нагрузок				
3.1. Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания	более 10	9-6	5-3	менее 3
3.2. Продолжительность (с) выполнения простых произв. заданий	более 100	100-25	24-10	менее 10
4. Режим работы				
4.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	6-7 часов	8-9 часов	10-12 часов	Более 12 часов
4.2. Сменность работы	односменная работа (без ночной смены)	двухсменная работа (без ночной смены)	трехсменная работа (работа в ночную смену)	нерегулярная сменность с работой в ночное время

Таблица 17.19 – Карта специальной оценки условий труда

Код фактора	Наименование производственного фактора	ПДК, ПДУ	Нормативный документ	Фактический уровень производственно	Величина отклонения	Класс условий труда	Продолжительность воздействия

Таблица 17.20 – Коды вредных производственных факторов

Код	Наименование вредного производственного фактора	Единица измерения
1	2	3
2.00	Химический фактор	
с 2.01 по 2.09	Вредные вещества	мг/м ³
3.00	Биологический фактор	
с 3.01 по 3.33	Патогенные микроорганизмы	
с 3.67 по 3.99	Белковые препараты	
4.00	Физические факторы	
с 4.01 по 4.49	Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	мг/м ³
4.50	Шум (эквивалентный уровень звука)	дБА
4.52	Вибрация общая	дБ
4.53	Инфразвук	дБ
4.58	Электрические поля промышленной частоты	В\м
4.61	Лазерное излучение	Вт/см ²
4.62	Температура воздуха	°С
4.63	Скорость движения воздуха	м/с
4.64	Влажность воздуха	%
4.65	Тепловое излучение	Вт/см ²
4.66	ТНС (тепловая нагрузка среды)	°С
4.67	Естественное освещение	КЕО, %
4.68	Освещенность рабочей поверхности	Лк
4.72	Ультрафиолетовая радиация	Вт/м ²
5.00	Тяжесть и напряженность трудового процесса	
5.01	Физическая динамическая нагрузка	
5.02	Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную	
5.04	Статическая нагрузка	
5.05	Рабочая поза	
5.06	Наклоны корпуса	
5.09	Сенсорные нагрузки	
5.12	Эмоциональные нагрузки	
5.14	Режим работы	

Таблица 17.21 – Перечень основных стандартов ССБТ и гигиенических нормативов, используемых при аттестации рабочих мест по условиям труда

№ п/п	Статус документа	Наименование документа
1	ГН 2.2.5.686-98	ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны
2	СН 2.2.4/2.1.8.562-96	Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах
3	СН 2.2.4/2.1.8.566-96	Санитарные нормы производственной вибрации
4	ГОСТ 12.1.001-89	Ультразвук. Общие требования безопасности
5	СанПиН 2.2.4.548-96	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
6	ГОСТ 12.1.005-88	Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны
7	СанПиН № 5802-91	Санитарные нормы и правила выполнения работ в условиях воздействия электрических полей промышленной частоты
8	СНиП 23-05-95	Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение.
9	Р 2.2.755-99	Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса

Общая гигиеническая оценка условий труда

Оценку условий труда с учетом комбинированного и сочетанного действия производственных факторов проводят следующим образом.

На основании результатов измерений оценивают условия труда для отдельных факторов, в соответствии с вышеприведенными рекомендациями.

Результаты оценки вредных факторов производственной среды и трудового процесса вносят в таблицу 5.19.

Общая оценка условий труда по степени вредности и опасности устанавливается:

- по наиболее высокому классу и степени вредности;
- в случае сочетанного действия 3 и более факторов, относящихся к классу 3.1, общая оценка условий труда соответствует классу 3.2;
- при сочетании 2-х и более факторов классов 3.2, 3.3, 3.4 – условия труда оцениваются соответственно на одну степень выше.

2. Вопросы и задания

1. Изложите сущность специальной оценки условий труда.
2. Расскажите о существующих классах условий труда
3. Приведите характеристику каждого класса условий труда.
4. Дайте определение тяжести труда
5. Приведите определение напряженности труда

Задание 1. В производственном помещении работы выполняются мужчинами на постоянных рабочих местах, предполагает систематическое перемещение тяжестей, категория тяжести работы и разряд зрительных работ указаны в таблице 5.22. На работников воздействует общая технологическая вибрация. Работы выполняются в помещениях с нагревающим микроклиматом. На работников воздействуют электромагнитные поля токов промышленной частоты в течение 4 часов с величиной, указанной в таблице. Провести оценку условий труда.

Для этого, используя теоретический материал и выдержки из нормативных документов заполнить форму, приведенную в таблице 5.19.. При ее заполнении номера кодов вредных производственных факторов выбрать из таблицы 5.20, а основные нормативные документы – из таблицы 5.21. На основе анализа формы определить класс условий труда.

Основная литература

1. Челноков, А. А. Охрана труда
Электронный ресурс : Учебник / А. А. Челноков, И. Н. Жмыхов, В. Н. Цап ; ред. А. А. Челноков. - Охрана труда, 2020-08-01. - Минск : Вышэйшая школа, 2013. - 656 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-985-06-2088-0, экземпляров неограничено

Дополнительная литература

2. Федеральный закон Российской Федерации от 28 декабря 2013 г. № 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» [Электронный ресурс] // Российская газета. – № 6271 от 30 дек. 2013 г. Режим доступа :

http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/Дата обращения
21.10.2022

Таблица 17.22 – Варианты расчетных заданий

№ вар.	Наимен.вред-ного вещества, мг/м ³	Свред в-ва, мг/м ³	Наимен. пыли	С пыли, мг/м ³	Уров вибр, дБ	Уров. шума, дБА	Интенс. тепл. изл, Вт/м ²	Тем. жн. терм
Первая цифра задания								
0	Аммиак	60	Мучная	8	90	80	1000	
1	Азота диоксид	30	Древесная	6	87	85	1200	
2	Ацетон	500	Крахмальн	4	95	90	1500	
3	Бензин	300	Зерновая	6	97	94	900	
4	Ангидр.сернист.	50	Сахарная	3	92	91	600	
5	Углер. оксид	70	Сода кальц.	50	89	86	1800	
6	Хлор	7	Мучная	20	85	78	1300	
7	Аммиак	100	Сахарная	18	83	88	1100	
8	Кислота серная	12	Древесная	21	80	90	1500	
9	Водород хлористый	25	Сода кальцинир.	3	95	96	1600	
№ вар.	КЕО,%	Освещенность, лк	Разряд зрительн. раб.	Катег. тяж. раб. т	Масса груза, перем. вруч.	Кол-во наклонов		
Вторая цифра задания								
0	1,5	200	IVa	Ia	20	200		
1	1,0	100	Va	Iib	60	50		
2	1,2	150	VI	III	40	70		
3	1,3	180	Vb	Ia	30	100		
4	0,9	250	IVb	Iib	50	150		
5	0,8	230	IVb	IIa	40	240		
6	0,5	220	Vb	Ib	50	50		
7	1,3	200	VIb	IIa	20	10		
8	1,0	150	Va	III	60	5		
9	1,2	100	VIb	IIa	50	20		

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 18

Тема занятия: «Оценка условий труда»

1. Теоретическая часть

Декларация соответствия условий труда — это документ, с помощью которого работодатель сообщает Федерально службе по труду о том, что на определенных рабочих местах никаких вредных и опасных факторов не выявлено. Это делается после того, как организация провела специальную оценку условий труда. В каких случаях и куда надо сдать такую декларацию, как ее правильно оформить, как часто надо декларировать рабочие места и какая ответственность предусмотрена за отсутствие этого документа?

Специальная оценка условий труда (СОУТ) является обязанностью каждого работодателя в России. Ее проводят в соответствии с требованиями Федерального закона от 28.12.2013 N 426-ФЗ, которым определены требования к этой процедуре. Там же сказано, что после утверждения отчета о проведении СОУТ каждым работодателем должна быть заполнена и направлена в территориальный орган трудовой инспекции по местонахождению юридического лица или месту жительства предпринимателя декларация по специальной оценке условий труда. Порядок заполнения и подачи этой формы утвержден приказом Минтруда России от 7 февраля 2014 г. № 80н.

В декларации содержится подтверждение того, что рабочие места в организации или у индивидуального предпринимателя соответствуют государственным нормативным требованиям охраны труда, должны подавать не все работодатели, а только те, у кого рабочие места по итогам проведения СОУТ были признаны:

- безвредными;
- безопасными;
- оптимальными;

- допустимыми.

Анализируют все рабочие места, где могут быть идентифицированы опасные или вредные факторы, включая офисы. Места, где такие факторы не выявлены, а также рабочие места с 1 или 2 классом условий труда в итоге и включаются в декларацию. По сути работодатель сообщает, что его работникам комфортно трудиться, за что получает возможность платить страховые взносы по сниженной ставке, а также — подтверждение обоснованности компенсационных выплат своим сотрудникам за вредные условия труда. Срок ее действия составляет пять лет с момента утверждения последнего отчета о проведении СОУТ.

Заполненная форма сдается в территориальную Инспекцию по труду — лично или по почте. Если выбран второй вариант — почтовое отправление должно быть с уведомлением о получении и содержать опись вложения.

Если в организации произойдет несчастный случай, вне зависимости от тяжести его последствий, данные документа будут аннулированы, и работодателю придется провести внеплановую СОУТ. Если, напротив, условия работы продолжают соответствовать установленным государственным нормативным требованиям и на служебном участке в течение 5 лет не произошло ни одного несчастного случая (включая профессиональные заболевания), срок действия декларации будет продлен еще на 5 лет.

Декларирование условий труда, отвечает интересам работодателей. Таким образом они получают право на уменьшение размера отчислений страховых взносов на работников, для которых созданы приемлемые рабочие места и они не трудятся в опасных или вредных условиях.

2. Вопросы и задания

Задание 1. Проставьте в правом столбце последней строки таблиц 18.1 – 18.6 (выбрать по заданию преподавателя) итоговый класс (подкласс)

условий труда на рабочем месте по результатам проведенной специальной оценки условий труда для имеющихся на рабочем месте вредных и (или) опасных факторов. Прочерк в правом столбце означает отсутствие соответствующего фактора на рабочем месте

Таблица 18.1 – Исходные данные для анализа

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Химический	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	-
Шум	2
Вибрация общая	-
Вибрация локальная	-
Неионизирующие излучения	1
Ионизирующие излучения	-
Параметры микроклимата	2
Световая среда	2
Тяжесть трудового процесса	1
Напряженность трудового процесса	2
Общая оценка условий труда	

Таблица 18.2 – Исходные данные для анализа

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Химический	3.1
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	2
Шум	3.1
Вибрация общая	2
Вибрация локальная	-
Неионизирующие излучения	2
Ионизирующие излучения	-
Параметры микроклимата	2
Световая среда	2
Тяжесть трудового процесса	2
Напряженность трудового процесса	2
Общая оценка условий труда	

Таблица 18.3 – Исходные данные для анализа

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Химический	3.2
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	-
Шум	3.1
Вибрация общая	2
Вибрация локальная	-
Неионизирующие излучения	1

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Ионизирующие излучения	-
Параметры микроклимата	3.1
Световая среда	2
Тяжесть трудового процесса	2
Напряженность трудового процесса	2
Общая оценка условий труда	

Таблица 18.4 – Исходные данные для анализа

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Химический	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	-
Шум	2
Вибрация общая	-
Вибрация локальная	-
Неионизирующие излучения	-
Ионизирующие излучения	3.1
Параметры микроклимата	3.1
Световая среда	2
Тяжесть трудового процесса	-
Напряженность трудового процесса	
Общая оценка условий труда	

Таблица 18.5 – Исходные данные для анализа

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Химический	3.3
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	3.3
Шум	3.1
Вибрация общая	2
Вибрация локальная	-
Неионизирующие излучения	-
Ионизирующие излучения	-
Параметры микроклимата	1
Световая среда	3.1
Тяжесть трудового процесса	2
Напряженность трудового процесса	2
Общая оценка условий труда	

Таблица 18.6 – Исходные данные для анализа

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Химический	-
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	3.2

Наименование фактора	Класс (подкласс) условий труда
Шум	3.3
Вибрация общая	-
Вибрация локальная	3.1
Неионизирующие излучения	-
Ионизирующие излучения	-
Параметры микроклимата	2
Световая среда	2
Тяжесть трудового процесса	3.1
Напряженность трудового процесса	2
Общая оценка условий труда	

Задание 2. К какому классу относятся условия труда, если на рабочем месте выполняются работы категории Па, температура влажного термометра – 18°C, температура шарового термометра – 25°C. Интенсивность теплового излучения – 1300 Вт/м².

Задание 3. К какому классу относятся условия труда, если на рабочем месте выполняются зрительные работы разряда Va, отсутствует естественное освещение, а величина освещенности за счет искусственного освещения составляет 300 лк ?

Задание 4. К какому классу относятся условия труда, если в воздухе рабочей зоны концентрация вредного вещества 50 мг/м³, ПДК_{р.з} вредного вещества 10 мг/м³ ?

Задание 5. К какому классу относятся условия труда, если на работника действует общая вибрация с эквивалентным скорректированным уровнем виброскорости 95 дБ?

Задание 6. К какому классу относятся условия труда, если эквивалентный уровень шума на рабочем месте 95 дБА(ПДУ 85 дБА) ?

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Легкий, Н. М. Безопасность жизнедеятельности. В 2 томах. Т.1. Улучшение условий труда : учебник / Н. М. Легкий, В. К. Шумилин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 648 с. — ISBN 978-5-9729-2155-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155941.html>
2. Безопасность жизнедеятельности : учебник для бакалавров / В.О. Евсеев [и др.]. — 6-е изд. — Москва : Дашков и К, 2024. — 452 с. — ISBN 978-5-394-05533-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144216.html>
3. Безопасность жизнедеятельности : учебник для бакалавров / Э.А. Арустамов [и др.]. — 25-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 446 с. — ISBN 978-5-394-05502-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144220.html>

Дополнительная литература:

1. Алексеев, В.С. Безопасность жизнедеятельности. Электронный ресурс: Учебное пособие для СПО / В.С. Алексеев, О.И. Жидкова, И.В. Ткаченко. - Безопасность жизнедеятельности, 2020-08-30. - Саратов: Научная книга, 2019. - 159 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9758-1890-4 (экземпляров неограниченно).
2. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс: учебное пособие. - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. - 214 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS- ISBN 978-5-00137-179-3 (экземпляров неограниченно).
3. Кривошеин, Д.А. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Кривошеин Д. А., Дмитренко В. П., Горькова Н. В.: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 340 с. - Рекомендовано Редакционно-издательским советом Московского авиационного института (Национального исследовательского университета) в качестве учебного пособия. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-8114-3376-6 (экземпляров неограниченно).
4. Соколов, А.Т. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / А.Т. Соколов. - Безопасность жизнедеятельности, 2021-12-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных

Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 191 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4497-0304-0, экземпляров неограниченно.

5. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Холодов О. М., Дуц В.И., Кубланов А.М., Куликова Т.А., Шуманский И.И.: учебное пособие. - Воронеж: ВГИФК, 2020. - 206 с. - ISBN 978-5-905-654-68-8, экземпляров неограниченно.

6. Михайлиди, А.М. Безопасность жизнедеятельности на производстве: учебное пособие / А. М. Михайлиди. - Безопасность жизнедеятельности на производстве, Весь срок охраны авторского права. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 135 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4497-0805-2, экземпляров неограниченно..

Интернет-ресурсы

1. Справочная правовая система «Консультант плюс»
<https://www.consultant.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». <http://biblioclub.ru>
3. Электронно-библиотечная система IPRsmart
<https://www.iprbookshop.ru/>
4. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Знаниум»: <https://znanium.com/>
6. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
7. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<https://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт» <https://lib.rucont.ru/>
9. Библиотека профессионала №1 <https://profspo.ru/>
10. Русский язык как иностранный РКИ <https://www.ros-edu.ru/>

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**по организации и проведению самостоятельной работы
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»
для студентов специальности 40.05.01 правовое обеспечение
национальной безопасности
специализация: «Государственно-правовая»**

Ставрополь
2026

Введение

При изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» учебным планом предусмотрены аудиторные занятия (лекции и практические), а также самостоятельная работа студентов (СРС) по изучению основной и дополнительной литературы, выступления с докладами.

Основными формами работы и контроля СРС в данном курсе являются:

1. Самостоятельное изучение материала по темам дисциплины (в соответствии с рабочей программой);
2. Подготовка к экзамену

В данных методических указаниях представлены рекомендации по организации самостоятельной работы по данным направлениям.

Оглавление

Введение.....	2
Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».....	4
План-график выполнения самостоятельной работы.....	5
Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	5
Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....	6
Методические материалы для подготовки к экзамену.....	19
Список рекомендуемой литературы.....	25

Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

При изучении курса предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Самостоятельное изучение материала по темам дисциплины (в соответствии с рабочей программой);
2. Подготовка к экзамену

Самостоятельное изучение теоретического материала сочетает устную и письменную работу студента и организуется с целью формирования у студентов навыков поиска информации по определённой тематике, работы с текстовой информацией, выделения главного смыслового содержания текста и умения представить его краткое изложение в письменном виде, а также сформулировать теоретический ответ по рассматриваемому вопросу.

Данный вид работы способствует формированию следующей компетенции:

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

ИД-1 УК-8.

Р1: Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду.

Р2: Формулирует принципы и способы организации защиты от опасностей, возникающих в повседневной жизни и профессиональной деятельности

ИД-2 УК-8.

Р1: Оценивает вероятность возникновения опасности.

Р2: Формулирует методы защиты от опасностей различного генезиса, обеспечения безопасных условий жизнедеятельности.

Р3: Оказывает первую помощь пострадавшим

ИД-3 УК-8.

Р1: Применяет защитные мероприятия, проводит численную оценку требований.

Р2. Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

При изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» учебным планом предусмотрены аудиторные занятия (лекции, практические), а также самостоятельная работа студентов (СРС) по изучению основной и дополнительной литературы.

Основными формами работы и контроля СРС в данном курсе являются:

- самостоятельное изучение основного и дополнительного материала по темам, представленным в рабочей программе дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме конспекта. Данное мероприятие сочетает письменную и устную формы деятельности студента; выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста;

Оценка знаний с помощью собеседования

Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде собеседования. Предполагается, что отдельные вопросы тем дисциплины изучаются студентами самостоятельно. Знания указанных вопросов проверяется наличием конспектов и собеседованием. Ниже приведены вопросы для собеседования по темам курса «Безопасность жизнедеятельности».

Данное оценочное мероприятия проводится на практических занятии на основании материалов и знаний, полученных на лекциях, а также при изучении основной и дополнительной литературы. Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту необходимо подготовить устные ответы на вопросы собеседования, либо законспектировать данные ответы в тетрадь. При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования материалами лекций, основной и дополнительной литературы, а также интернет-ресурсов.

При проверке задания, оцениваются:

- правильность ответов;
- чёткое знание терминологии;
- умение грамотно, четко и последовательно излагать материал;
- использование дополнительной литературы при подготовке;
- умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой;
- знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях;
- умение приводить конкретные примеры.

В процессе самостоятельного изучения отдельных вопросов тем дисциплины рекомендуется работа с литературой, перечень которой приведен в конце методических указаний.

Базовый уровень

Тема 1. Основные понятия, термины и определения в области безопасности жизнедеятельности (УК-8)

1. Предмет и задачи дисциплины "Безопасность жизнедеятельности"
2. Опасность. Таксономия опасностей.
3. Факторы производственной опасности на предприятиях. Риск. Виды риска.
4. Принципы обеспечения безопасности
5. Факторы, способствующие формированию техносферы
6. Характерные состояния системы «человек-среда обитания»
7. Способы обеспечения безопасности
8. Методы обеспечения безопасности
9. Техническая система. Жизненный цикл .
10. Отказ. Виды отказов. Влияние внешних факторов на формирование отказов технических систем
11. Факторы, определяющие надежность человека в человеко-машинных системах
12. Основы теории расчета надежности технических систем
13. Инженерные методы исследования безопасности технических систем.
14. Качественные методы анализа безопасности технических систем
15. Количественные методы анализа безопасности технических систем
16. Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа. Инженерные методы исследования опасностей технических систем.

Тема 2. Оздоровление воздушной среды и нормализация микроклимата (УК-8)

1. Условия труда, их классификация. Организация проведения аттестации рабочих мест по условиям труда. Тяжесть и напряженность труда.
2. Условия труда, их классификация. Оценка условий труда на предприятиях промышленности.
3. На улице +11°C. Это теплый или холодный период времени года?
4. На участке сушки лакокрасочных покрытий необходимо измерить температуру воздуха на рабочем месте сушильщика. Какими приборами это можно сделать?
5. В комнате на внутренней стенке висит термометр. Изменяются ли показания термометра и как именно, если на термометр направить струю воздуха от вентилятора, установленного в той же комнате рядом с термометром?
6. В комнате холодно. У Вас на выбор два халата одинаковой плотности - белый и черный. Какой из них Вы наденете, чтобы согреться, если два халата одновременно Вам не надеть?
7. В какой цвет - белый или черный - надо покрасить печку, чтобы она дольше сохраняла тепло? Объясните свое решение.
8. Принципы нормирования параметров микроклимата производственной среды в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 1.2.3685-21 .
9. Запишите основное уравнение теплового баланса и терморегуляция организма человека.
10. Перечислите технические мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата.

11. Вентиляция. Классификация систем вентиляции.
12. Принцип устройства механических систем вентиляции.
13. Особенности организации вентиляции на предприятиях промышленности.
14. Перечислите системы отопления и кондиционирования.
15. Влияние микроклимата на организм человека.
16. Технологические и организационные мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата.
17. Как увеличить теплоотдачу батареи центрального отопления?
18. Для сохранения тепла в комнате на холодную стенку решили повесить ковер. В каком случае в комнате будет теплее: если повесить ковер непосредственно на стену, или с зазором в 3 см? Объясните свое решение.
19. Банка с остатками компота плотно закрыта крышкой и через 0,5 часа поставлена в холодильник. Как будут меняться относительная, абсолютная и максимальная влажность воздуха в банке по мере ее охлаждения?
20. Сухая стеклянная банка в комнате плотно закрыта крышкой и помещена в холодильник. Как будут меняться относительная, абсолютная и максимальная влажность воздуха в банке по мере ее остывания?

Тема 3. Производственное освещение (УК-8)

1. Производственное освещение. Основы фотометрии.
2. Виды и системы производственного освещения.
3. Естественное освещение. Нормирование.
4. Укажите особенности организации на предприятиях.
5. Искусственное освещение. Нормирование. Принципы расчета. Особенности организации на предприятиях
6. Перечислите основные количественные характеристики освещения и их единицы измерения в системе СИ.
7. Перечислите качественные основные характеристики освещения и их единицы измерения.
8. В какой области длин волн электромагнитного излучения располагается максимум спектральной чувствительности человеческого глаза?
9. В какой области длин волн электромагнитного излучения располагается инфракрасное излучение?
10. В какой области длин волн электромагнитного излучения располагается ультрафиолетовое излучение?
11. Сила света, испускаемого элементом поверхности площадью $0,5 \text{ см}^2$ под углом 60° к нормали, составляет 0,25 кд. Найдите яркость поверхности.

Тема 4. Основные принципы защиты от физических полей (УК-8)

1. Уровень шума в помещении 60 дБ. Включено еще два источника шума по 60 дБ каждый. Как изменится уровень шума в помещении?
2. Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в помещении составит 60 дБ. Если их оба включить, то уровень шума в помещении составит 65 дБ. Чему будет равен уровень шума в помещении, если включить только один источник шума?
3. Включено два одинаковых источника шума. При этом уровень шума в помещении 0 дБ. Чему будет равен уровень шума, если выключить один из источников? (Внешними шумами пренебречь.)
4. В цехе 3 источника шума 60, 60 и 85 дБ. Чему равен уровень шума в цехе, если все три источника работают одновременно? (Внешними шумами пренебречь.)
5. В цехе 5 источников шума 60, 60, 63, 66 и 69 дБ. Чему равен уровень шума в

цехе, если все источники работают одновременно? (Внешними шумами пренебречь.)

6. Акустические колебания. Физиологические, энергетические, частотные характеристики шума.

7. Действие шума на организм человека. Организационные мероприятия по защите от шума. Средства индивидуальной защиты от шума.

8. Уровень интенсивности звука 100 дБ. Чему равно звуковое давление?

9. Уровень звукового давления 100 дБ. Чему равна интенсивность звука?

10. Уровень звукового давления 120 дБ. Чему равен уровень интенсивности звука?

11. Уровень интенсивности звука 60 дБ. Чему равен уровень звукового давления?

12. Интенсивность звука с одной стороны перегородки 0,1 Вт/м², а с другой - 0,01 Вт/м². Найдите звукоизоляцию перегородки.

13. Интенсивность звука с одной стороны перегородки 0,1 Вт/м², а с другой - 0,005 Вт/м². Найдите звукоизоляцию перегородки.

14. Звукоизоляция кожуха на частоте 3 кГц составляет 30 дБ. Найдите эффективность кожуха на частоте 100 Гц.

15. Звукоизоляция кожуха на частоте 100 Гц составляет 25 дБ. Найдите эффективность кожуха на частоте 3 кГц.

16. Какие факторы наиболее существенно определяют уровень шума на городских магистралях?

17. Какой вид городского транспорта является наиболее шумным?

18. Перечислите меры, позволяющие снизить уровень шума в зоне жилой застройки в городах.

19. Что может использоваться в качестве акустических экранов в городах?

20. Перечислите меры, позволяющие снизить уровень шума в жилом помещении в процессе строительства здания.

Тема 5. Электромагнитные излучения. Электробезопасность (УК-8)

1. Перечислите основные виды электромагнитных излучений.

2. Какие нормируют электромагнитные излучения?

3. Как влияют электромагнитные излучения на организм человека?

4. Каковы гигиенические нормативы электромагнитных полей различных диапазонов?

5. Какие существуют основные источники электромагнитных излучений в быту и на производстве?

6. Перечислите основные заболевания, вызванные действием электромагнитных излучений?

7. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражений.

8. Факторы, влияющие на исход поражения током. Первая помощь пострадавшим.

9. Как проявляется действие электрического тока на человека?

10. От чего зависит сопротивление тела человека электрическому току?

11. Напряжение прикосновения и шага. Что это такое?

12. Как проверить сопротивление изоляции 200 м провода?

13. Устройства непрерывного контроля сопротивления изоляции. На чем основан их принцип действия и где они применяются?

14. При контроле сопротивления изоляции однофазной осветительной сети с помощью мегомметра его показания составили 470 кОм. Пригодна ли эта сеть к эксплуатации?

15. Защитное заземление. Что это такое, где и для чего оно применяется?

16. Зануление электрооборудования. Что это такое, где и для чего оно применяется?
17. Как проверить сопротивление искусственного заземляющего устройства?
18. При контроле сопротивления заземляющего устройства методом "трех измерений" были получены следующие результаты: $R_1=10$ Ом, $R_2= 7$ Ом и $R_3=5$ Ом. Чему равно сопротивление заземляющего устройства?
19. Сопротивление заземляющих устройств контролируют один год летом, а другой - зимой. Почему?

Тема 6. Оказание первой помощи пострадавшим (УК-8)

1. Порядок оказания помощи при переломах
2. Алгоритм действий реаниматоров
3. Первая медицинская помощь при вывихах
4. Порядок оказания помощи при общем замерзании
5. Понятие реанимации. Противопоказания к проведению реанимационных мероприятий
6. Первая медицинская помощь при термических и химических ожогах
7. Остановка кровотечения при открытых переломах
8. Первая медицинская помощь при внутреннем кровотечении различной локализации

Тема 7. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона (УК-8)

1. Чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся механическими и тепловыми поражающими факторами.
2. Взрывы. Пожары. Виды горения
3. Пожары. Оценка пожарной опасности.
4. Категории помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности.
5. Показатели пожароопасности веществ.
6. Динамика развития пожаров.
7. Классы пожаров.
8. Средства и способы тушения пожаров.
9. Классификация зданий и сооружений по функциональной пожарной опасности.
10. Мероприятия по предотвращению возникновения пожара.
11. Организация технологических процессов. Огнестойкость строительных конструкций и зданий.
12. Мероприятия по предотвращению распространения пожара.
13. Эвакуационные выходы. Противопожарные разрывы.

Тема 8. Управление безопасностью жизнедеятельности (УК-8)

1. Правовые, нормативно-технические и организационные основы охраны труда.
2. Инструктаж по охране труда.
3. Специальная оценка условий труда
4. Содержание извещения о несчастном случае на производстве.
5. Порядок оформления извещения о несчастном случае.
6. Содержание акта о несчастном случае на производстве.

7. Содержание акта о расследовании несчастного случая на производстве.
8. Структура журнала регистрации несчастных случаев на производстве.
9. Срок хранения журнала регистрации несчастных случаев на производстве.
10. Содержание протокола осмотра места несчастного случая, происшествия.
11. Содержание протокола опроса пострадавшего при несчастном случае (очевидца несчастного случая, должностного лица).
12. Содержание приказа о создании комиссии по расследованию несчастного случая на производстве.

Повышенный уровень

Тема 1. Основные понятия, термины и определения в области безопасности жизнедеятельности (УК-8)

1. Техносфера. Факторы формирования её. Закон Ю.Н. Куражковского. Критерии
2. комфортности и безопасности техносферы
3. Негативные факторы в системе "человек-техносфера". Круги опасностей.
4. Определите численность людей, подвергающихся опасности травматизма на производстве, если риск фатального исхода в год 10^{-4} , а число погибших 3000 чел.
5. Определить число людей, погибающих ежегодно в автомобильных катастрофах, если риск гибели составляет $2,5 \cdot 10^{-4}$, а численность населения 200 млн чел.
6. Определите численность людей, подвергающихся опасности фатального поражения электрическим током, если риск фатального исхода в год $4 \cdot 10^{-4}$, а число погибших 500 чел.
7. Определить риск гибели человека от действия электрического тока, если в год погибает 900 человек, а численность населения 150 млн человек
8. Определите вероятную численность фатальных исходов в год, если риск гибели от соматических заболеваний 10^{-2} , а численность населения 5,5 млрд. чел.

Тема 2. Оздоровление воздушной среды и нормализация микроклимата (УК-8)

1. При какой форме труда человек включен в системы управления как необходимое оперативное звено, нагрузка на которое уменьшается с возрастанием степени автоматизации процесса управления?
2. Можно ли сказать, что совокупность химических реакций в организме, необходимых для жизнедеятельности, называется обменом веществ?
3. Укажите, какой класс условий труда обеспечивает максимальную производительность труда и минимальную напряженность организма человека?
4. Приведите формулы для расчета воздухообмена для выделения различных вредностей
5. Вентиляция. Классификация систем вентиляции.
6. Принцип устройства механических систем вентиляции.
7. Особенности организации вентиляции на предприятиях промышленности.
8. Какие параметры микроклимата принято считать допустимыми?
9. Какие помещения относятся к категории "с избытками явного тепла"?
10. На космическом корабле отказала вентиляционная система. За счет каких способов теплопередачи будет осуществляться теплообмен космонавтов с окружающей средой?
11. На расстоянии 2 м от горячей печки подвесили два термометра. Один из них спиртовой, а другой ртутный. Термометры исправны. Одинаковы ли будут у них

показания, а если нет, то почему?

12. Различаются ли между собой значения ПДК одного и того же вредного вещества для воздуха рабочей зоны и атмосферы населенного пункта, и, если различаются, то какое из значений выше?

13. Как классифицируются вредные вещества по степени опасности и по характеру воздействия на организм человека?

14. Что такое аэрозоли фиброгенного действия?

15. Что такое респираторная фракция аэрозоля?

Тема 3. Производственное освещение (УК-8)

1. Изложите принципы расчета естественного освещения

2. Изложите принципы расчета искусственного освещения

3. Чему равен коэффициент отражения и средняя освещенность стены площадью 4 м², если на нее падает световой поток 600 лм, а отражается только 150 лм?

4. Найдите среднюю освещенность поверхности, имеющей коэффициент отражения 0,6 и площадь 10 м², если отраженный от нее световой поток составляет 300 лм.

5. Чему равен отраженный от стены площадью 5 м² световой поток, если ее средняя освещенность составляет 200 лк, а коэффициент отражения равен 0,8?

6. Какова должна быть яркость объекта различения, чтобы его контраст с фоном был выше 0,4, если яркость фона 200 кд/м²?

7. Найдите контраст двух объектов, если их яркости составляют 100 и 400 кд/м².

8. Какую мощность будет потреблять осветительная установка площадью 100 м², если в ней используются лампы накаливания светоотдачей 15 лм/Вт, а требуемая освещенность рабочей поверхности 450 лк?

9. Какую мощность будет потреблять осветительная установка площадью 100 м², если в ней используются люминесцентные лампы со светоотдачей 50 лм/Вт, а требуемая освещенность рабочей поверхности 500 лк?

10. Какую мощность будет потреблять осветительная установка площадью 100 м², если в ней используются люминесцентные лампы мощностью 40 Вт со световым потоком 1600 лм, а требуемая освещенность в цехе на уровне рабочей поверхности должна составлять 200 лк?

11. На освещенной солнцем стороне здания висят два исправных термометра - спиртовой и ртутный. Одинаковые ли у них показания, а если нет, то какой из них показывает более высокую температуру и почему?

12. Найдите освещенность горизонтальной рабочей поверхности, которая создается двумя светильниками, подвешенными на высоте 2,8 м от уровня пола так, что свет от них падает на поверхность под углом 60° к нормали, если известно, что сила света, испускаемого каждым из светильников в этом направлении, 800 кд.

13. От чего зависит требуемая освещенность рабочей поверхности при искусственном освещении?

14. От чего зависит требуемая освещенность рабочей поверхности при естественном освещении?

Тема 4. Основные принципы защиты от физических полей (УК-8)

1. Действие шума на организм человека. Методы нормирования шума.

2. Найдите граничные частоты полосы пропускания октавного фильтра со среднегеометрической частотой 1000 Гц.
3. Архитектурно - планировочные мероприятия по защите от шума.
4. Акустические мероприятия по защите от шума. Звукопоглощение, звукоизоляция.
5. Уровень виброскорости составляет 100дБ. Какому действующему значению виброскорости это соответствует?
6. Тело подвергается воздействию вибрации от двух некогерентных источников со скоростями $v_1=0,3$ м/с и $v_2=0,4$ м/с, действующими в одном направлении. Найдите уровень виброскорости данного тела.
7. Как устроен датчик виброскорости? (Изобразите схему датчика и объясните его принцип действия.)
8. Как устроен датчик виброускорения? (Изобразите схему датчика и объясните его принцип действия.)
9. Действующее значение виброскорости составляет 0,5 м/с. Какому уровню виброскорости это соответствует?
10. Допустимый уровень шума в помещении задан предельным спектром ПС-80. Измеренный уровень шума составляет 80 дБ А. Шум тональный. Допустим ли такой уровень шума?
11. Допустимый уровень шума в помещении задан предельным спектром ПС-80. Измеренный уровень шума составляет 84 дБ А. Шум широкополосный. Допустим ли такой уровень шума?
12. На расстоянии 100 м от точечного источника шума показания шумомера на шумовой характеристике "медленно" составляют 80 дБ А. Что покажет шумомер, если его поместить на расстоянии 10м от этого источника, и не опасно ли будет оператору находиться рядом с шумомером?
13. На расстоянии 200 м от железной дороги планируется строительство жилого дома. Можно ли будет жить в этом доме, если уровень шума, создаваемый движущимся поездом и измеренный на расстоянии 20 м от локомотива, составляет 80 дБ А, а звукоизоляция окон строящегося дома не более 20 дБ?
14. Уровень шума в помещении 60 дБ. Включено еще два источника шума по 60 дБ каждый. Как изменится уровень шума в помещении?
15. Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в помещении составит 60 дБ. Если их оба включить, то уровень шума в помещении составит 65 дБ. Чему будет равен уровень шума в помещении, если включить только один источник шума?
16. Включено два одинаковых источника шума. При этом уровень шума в помещении 0 дБ. Чему будет равен уровень шума, если выключить один из источников? (Внешними шумами пренебречь.)

Тема 5. Электромагнитные излучения. Электробезопасность (УК-8)

1. Напряженность электростатического поля на рабочем месте оператора ЭВМ, создаваемая экраном дисплея, составляет 25 кВ/м. Какова допустимая продолжительность пребывания оператора на этом рабочем месте в течение смены?
2. При прокладке линии электропередач (ЛЭП) напряжением 330 кВ ее трасса прошла вблизи деревянного жилого дома таким образом, что расстояние от крайнего фазного провода до дома составило 15 м. Допустимо ли это, и не потребуется ли переносить дом или изменять трассу ЛЭП?
3. Туристы разбили палатку на берегу озера вблизи ЛЭП таким образом, что

расстояние от палатки до крайних проводов ЛЭП составило 10 м. Допустимо ли это?

4. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 99% защитить от удара молнии подземный склад горюче-смазочных материалов, занимающий прямоугольную площадку размерами 10x20 м?

5. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 95% защитить от удара молнии подземный склад горюче-смазочных материалов, занимающий квадратную площадку размерами 20x20 м?

6. Какие параметры электромагнитного поля нормируются для населенных мест в различных диапазонах частот?

7. От чего зависит эффект воздействия электромагнитных полей на живые организмы?

8. Рабочий должен проложить кабель в санитарно-защитной зоне радиостанции, работающей на частотах от 1,5 до 35 МГц. Допустимо ли выполнять эти работы при включенных передатчиках, если напряженность поля в зоне выполнения работ составляет для соответствующих частот 30, 33 и 40 В/м, а продолжительность работ 4 часа?

9. Рабочий должен проложить кабель в санитарно-защитной зоне радиостанции, где напряженность поля в зоне выполнения работ составляет для соответствующих частот 30 и 4 В/м, а продолжительность работ 4 часа?

10. Рабочий должен проложить кабель в санитарно-защитной зоне радиостанции, работающей на частотах 65 кГц, 130 кГц и 1,5 МГц. Дополнительно могут быть включены передатчики, работающие на частотах 35 и 560 МГц. Допустимо ли выполнять эти работы при включенных передатчиках, если продолжительность работ не менее 4 ч, напряженность поля в зоне выполнения работ составляет для частоты 35 МГц 4 В/м, а плотность потока энергии на частоте 560 МГц равна 0,4 Вт/м²?

11. Рабочий должен проложить кабель в санитарно-защитной зоне радиостанции, работающей на частотах 35 и 560 МГц. Какова допустимая продолжительность этих работ при включенных передатчиках, если напряженность поля в зоне выполнения работ составляет для частоты 35 МГц - 4 В/м, а плотность потока энергии на частоте 560 МГц равна 0,4 Вт/м²?

12. Покупательница стиральной машины, установленной в ванной комнате по всем правилам с занулением корпуса, жалуется, что машина иногда "бьет током". Механик утверждает, что машина исправна. Кто из них прав и возможно ли это?

13. Можно ли для защиты от статического электричества использовать зануление электрооборудования в сети с глухозаземленной нейтралью?

14. Как избавиться от статического электричества при перематке лавсановой пленки, если ее поверхность нельзя царапать, а помещение, в котором осуществляется перематка, должно быть без повышенной опасности поражения электрическим током?

15. Почему для перевозки горючих жидкостей (бензин, керосин и т.п.) не разрешается использовать полиэтиленовую тару?

16. Почему топливные баки автомобилей не делают из полиэтилена?

17. Мерный бак расходомера авиационного топлива. Как защитить его от разрядов статического электричества?

18. Сопротивление заземляющего устройства 85 Ом. Можно ли его использовать для отвода статического электричества?

19. На улице под навесом установлено электрооборудование. Какое максимально допустимое напряжение питания можно подавать на это оборудование, если люди, работающие с ним, находятся непосредственно на земле, а электрооборудование не имеет специальной защиты?

20. Воробей сидит на проводе высоковольтной линии передач напряжением 120 кВ. Найдите для него напряжение прикосновения и шага, если воробыный шаг 5 см, по

проводу протекает ток 100 А, погонное сопротивление провода 0,001 Ом/м, а сопротивление утечки изоляции 1000 МОм·м.

21. Пьяный рабочий лег спать на ленту неисправного транспортера. Другой пьяный решил над ним подшутить и включил неисправный транспортер, у которого в двигателе фаза пробита на корпус. Кто из них подвергается большей опасности и почему, если рост рабочих одинаков, а второй рабочий стоит на бетонном полу и касается транспортера?

22. К какому классу опасности поражения электрическим током относится цех гальванических покрытий? Объясните свое решение.

23. К какому классу опасности поражения электрическим током относится цех холодной штамповки? Объясните свое решение.

Тема 6. Оказание первой помощи пострадавшим (УК-8)

1. Порядок оказания помощи при переломах
2. Алгоритм действий реаниматоров
3. Первая медицинская помощь при вывихах
4. Порядок оказания помощи при общем замерзании
5. Понятие реанимации. Противопоказания к проведению реанимационных мероприятий
6. Первая медицинская помощь при термических и химических ожогах
7. Остановка кровотечения при открытых переломах
8. Первая медицинская помощь при внутреннем кровотечении различной локализации

Тема 7. Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона (УК-8)

1. Противопожарные требования к ведению технологических процессов на предприятиях.
2. Технический регламент "О требованиях пожарной безопасности"
3. Что такое температура вспышки ЛВЖ?
4. Что такое температура воспламенения ЛВЖ?
5. Что такое температура самовоспламенения?
6. В каких единицах оценивается огнестойкость строительных конструкций?
7. С помощью каких физических и химических процессов можно прекратить горение ЛВЖ?
8. В стеклянной колбе с узким горлом вспыхнула ЛВЖ. Как ее потушить, если жидкость дорогая?
9. Почему свеча с коротким фитилем гаснет?
10. Почему сырые дрова плохо горят и огонь приходится раздувать?
11. Какие первичные средства пожаротушения необходимо разместить в архиве документов на бумажной основе?
12. Загорелась ЭВМ. Чем будете тушить?
13. Необходимо погасить горящую титановую стружку. Каким огнетушителем Вы воспользуетесь?
14. В бочку из-под краски бросили горящий окурок. Как будут дальше развиваться события? (Рассмотрите не менее 4 вариантов.)
15. Перечислите известные Вам типы автоматических пожарных извещателей и объясните принцип их действия.
16. Какими датчиками автоматической пожарной сигнализации необходимо оборудовать машинный зал вычислительного центра?

17. Какими датчиками автоматической пожарной сигнализации необходимо оборудовать участок сушки лакокрасочных покрытий?

Тема 8. Управление безопасностью жизнедеятельности (УК-8)

1. Студент в дипломном проекте, рассматривая безопасность разработанного им технологического процесса, сослался на ГОСТ 12.6.002-96. Прав ли он, и нет ли здесь ошибки?

2. В руководстве к изделию есть ссылка на ГОСТ 12.4.036-92. О чем может идти речь в его содержании?

3. Какими документами регламентируется освещенность в помещении?

4. Вы хотите сравнить параметры микроклимата в Вашем помещении с допустимыми значениями. К какому документу Вам следует обратиться?

5. Каким документом регламентируется концентрация вредных веществ в воздухе?

6. Вам предстоит посетить зону, загрязненную радиоактивными веществами. Каким документом регламентируются допустимые дозы облучения для людей, проживающих на заражённой местности?

7. Вы хотите убедиться, что при перевозке прибора с источником ионизирующего излучения, не будут нарушены правила безопасности. К какому документу Вы обратитесь?

8. Вы хотите убедиться, что напряжённость электромагнитных полей в Вашем помещении не превышает допустимых значений. К какому документу Вам следует обратиться?

9. В Вашем помещении очень шумно. К какому документу Вам следует обратиться, чтобы аргументировать свои претензии о превышении допустимого уровня шума?

10. Что является главной задачей государственной политики в области охраны труда?

11. В каких документах излагаются правовые основы действий в ЧС?

12. Расскажите о порядке разработки декларации безопасности промышленного объекта в РФ.

13. Какие нормативные документы регламентируют требования по безопасности труда и экологической безопасности?

Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент показал глубокое, прочное и аргументированное освоение программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыт последовательно, четко и логически стройно, в полном исчерпывающем объеме, основные категории, понятия и термины учебного курса формулировались правильно, не допущено при ответе ошибок

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент показал твердое знание программного учебного материала, при этом поставленный вопрос раскрыт грамотно и по существу, в достаточно полном объеме, основные категории, понятия и термины учебного

курса формулировались правильно, допущены при ответе отдельные неточности или одна ошибка.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент показал знание только основной части учебного материала без его частных деталей, при этом поставленный вопрос раскрыт с нарушением логической последовательности, не в полном объеме; были допущены неточные формулировки основных категорий, понятий и терминов учебного курса, а также ошибки (не более двух) или ряд незначительных неточностей, не исказивших существенно суть ответа.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки (более двух), существенно исказившие его суть. Оценка неудовлетворительно выставляется также, если отсутствует ответ на вопрос, либо студент отказался его сдавать.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя: собеседование.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить компетенцию УК-8.

Особенности заданий базового уровня состоят в том, что студент способен объяснять и применять в предлагаемом контексте термины и понятия курса; анализировать и классифицировать информацию, представленную схематически; соотносить текстовую информацию со знаниями курса.

Особенности заданий повышенного уровня состоят в том, что студент, владеющей информацией на повышенном уровне может раскрывать теоретические положения на конкретных примерах, решать проблемные задачи, используя теоретические знания; самостоятельно находить информацию, необходимую для формулирования собственных суждений; критически воспринимать информацию, получаемую из текстовых источников, аргументировать собственную позицию, подтверждая её адекватными примерами из курса дисциплины, смежных учебных дисциплин и собственного жизненного опыта.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с рекомендуемой литературой, ресурсами Интернет, периодическими изданиями, присутствующими в читальном зале библиотеки корпуса 11. Примерное время, отводимое на подготовку каждой теме приведено в рабочей программе дисциплины.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, справочными материалами, нормативными документами.

При проверке задания оцениваются последовательность и рациональность выполнения, - развитость мышления (гибкость, рациональность, оригинальность), сформированность умения решать задачи, сформированность прикладных умений (способность решать практические проблемы, применять новые технологии для решения прикладных задач и т.д.), умение чётко и аргументировано излагать свою мысль, грамотность в оформлении решений задач, сформированность умений самоконтроля и самооценки (самокритичность, умение работать над ошибками, реалистичность в оценке своих способностей).

Методические материалы для подготовки к экзамену
Вопросы к экзамену

1. Принципы, способы и методы обеспечения безопасности.
2. Опасность. Таксономия опасностей. Риск. Виды риска
3. Негативные факторы в системе "человек-техносфера". Круги опасностей.
4. Условия труда, их классификация. Организация проведения специальной оценки условий труда. Тяжесть и напряженность труда.
5. Принципы нормирования параметров микроклимата производственной среды в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 1.2.3685-21
6. Вредные вещества в воздухе рабочей зоны. Нормирование. Предельно допустимая концентрация. Виды ПДК.
7. Вентиляция. Классификация систем вентиляции. Особенности организации вентиляции
8. Естественное освещение. Нормирование. Принципы расчета. Особенности организации на предприятиях
9. Искусственное освещение. Нормирование. Принципы расчета. Особенности организации на предприятиях
10. Акустические колебания. Физиологические, энергетические, частотные характеристики шума
11. Действие шума на организм человека Организационные мероприятия по защите от шума. Средства индивидуальной защиты от шума.
12. Нормирование шума. Средства коллективной защиты от шума
13. Спектр электромагнитных излучений. Техногенные источники электромагнитных излучений. Действие электромагнитных полей на человека
14. Ионизирующие излучения. Виды. Характеристики. Биологическое воздействие
15. Принципы нормирования ионизирующих излучений. Допустимые уровни воздействия. Защита от ионизирующих излучений
16. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражений.
17. Факторы, влияющие на исход поражения током. Первая помощь пострадавшим
18. Классификация помещений по возможности поражения электрическим током. Допустимые напряжения в зависимости от класса помещений
19. Чрезвычайные ситуации. Классификация. Стадии развития
20. Землетрясения. Сейсмические шкалы. Классификация. Прогнозирование. Действия населения при землетрясениях
21. Наводнения. Основные характеристики. Действия населения при наводнениях
22. Инфекционные заболевания. Очаг бактериологического заражения. Характеристики инфекционных заболеваний. Характеристика возбудителей. Предупредительные меры. Обсервация, карантин,
23. Чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся поступлением в окружающую среду аварийно химически опасных веществ. Классификации АХОВ.
24. Способы защиты производственного персонала, населения, территории и воздушного пространства от аварийно химически опасных веществ. Приборы химического контроля. Средства индивидуальной защиты
25. Аварии на объектах ядерного топливного цикла. Шкала событий на АЭС
26. Мероприятия по защите населения и территорий в ЧС, сопровождающихся радиоактивным загрязнением
27. Динамика развития пожаров. Классы пожаров. Классификация зданий и сооружений по функциональной пожарной опасности.

- 28. Основы тушения пожаров. Принципы прекращения горения. Огнетушащие вещества
- 29. Система предотвращения пожаров. Системы противопожарной защиты
Эвакуационные выходы.
- 30. Защитные сооружения гражданской обороны. Защитные свойства.
- 31. Средства индивидуальной защиты в чрезвычайных ситуациях.
- 32. Средства первой помощи в чрезвычайных ситуациях
- 33. Правовые, нормативно-технические и организационные основы охраны труда.
Инструктаж по охране труда
- 34. Расследование и учет несчастных случаев на производстве. Методы анализа
травматизма
- 35. Правовые, нормативно-технические и организационные основы охраны окружающей
природной среды
- 36. Правовые основы защиты в чрезвычайных ситуациях. Государственное управление в
ЧС. Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС).
- 37. Единая государственная система гражданской защиты (РСГЗ). Структура. Цели.
Задачи.

Практические задачи	
$L = (1,5 \cdot 400) / (20 - 0) = 30 \text{ м}^3/\text{ч}$	Рассчитайте величину воздухообмена для удаления из рабочей зоны производственного помещения паров аммиака с интенсивностью выделения 400 мг/ч (ПДК _{рз} (аммиака) = 20 мг/м ³), если в приточном воздухе это вещество отсутствует, а коэффициент неравномерности распределения вещества в воздухе рабочей зоны принять равным 1,5.
$N = 1500 / 100 = 15 \text{ 1/час}$	Определить кратность воздухообмена в помещении, если объём помещения 100 м ³ , а величина воздухообмена 1500 м ³ /час.
$B = 200 - (0,4 \cdot 200) = 120 \text{ кд/м}^2$	Какова должна быть яркость объекта различения, чтобы его контраст с фоном был выше 0,4, если яркость фона 200 кд/м ² ?
$E = (0,6 \cdot 300) / 10 = 50 \text{ лк}$	Найдите среднюю освещенность поверхности, имеющей коэффициент отражения 0,6 и площадь 10 м ² , если отраженный от неё световой поток составляет 300 лм?
$L = 20 \lg (0,2/2 \cdot 10^{-5}) = 80 \text{ дБ}$	Звуковое давление в измеряемой точке равно 0,2 Па. Определить уровень звукового давления в этой же точке.
$K_p = 100\% \cdot (850 - 150) / (2 \cdot 500) = 70\%$	Чему равен коэффициент пульсаций светового потока, создаваемого светильником с люминесцентными лампами, если максимальное значение освещенности рабочей поверхности составляет 850 лк, а минимальное – 150 лк?
не связанный с производством	Пожилой московский бухгалтер, имевший инвалидность по сердечному заболеванию, работал в бухгалтерии фирмы. Главный бухгалтер фирмы направил его в местную командировку в налоговую инспекцию. Бухгалтер поехал туда на метро, где ему стало плохо. Приехавшая «Скорая помощь» отвезла бухгалтера в больницу, где потом он долго лечился. Как следует квалифицировать этот НС?
3.4	На предприятии провели специальную оценку условий труда. По различным факторам производственной опасности были установлены классы условий труда 3.1; 3.2; 3.2; 3.3; 3.3; 2. Определите итоговый класс условий труда.
3.3	На предприятии провели специальную оценку условий труда. По различным факторам производственной опасности были установлены классы условий труда 3.1; 3.2; 3.2; 3.3; 1; 2. Определите итоговый класс условий труда.

не связанный с производством	Рабочий А изготовил на станке для личного мотоцикла несколько деталей (разумеется, без ведома администрации) после окончания работы он пошел не к проходной, а к проему в заборе, куда направлялась группа других рабочих. По пути к этому проему нужно было пройти по крышке, закрывавшей яму. Двое рабочих, шедших впереди, прошли нормально, а А. провалился в яму и повредил себе ногу. Оказалось, доски этой крышки не были закреплены. Как квалифицировать несчастный случай?
$R = 275 \cdot 10^3 / 5,5 \cdot 10^9 = 5 \cdot 10^{-4}$ см. исх/год·чел	Определить риск гибели человека от всех опасностей, если в год погибает $275 \cdot 10^3$ человек, а численность населения $5,5 \cdot 10^9$ человек.
$n = 150 \cdot 10^6 \cdot 10^{-6} = 150$ человек	Найдите вероятную численность фатальных исходов в год, если риск равен приемлемому, а численность населения 150 млн чел.
На 1 час в теплое время года, 30 минут в холодное время года	Укажите время наложения кровоостанавливающего жгута в теплое и холодное время года.
Охладить под струёй холодной воды или приложить холод, наложить нетугую повязку, дать обильное питьё вызвать скорую медицинскую помощь	Укажите порядок оказания первой помощи при ожоге.
Обеспечить промывание желудка пострадавшего (давать обильное питьё и вызвать у него рвоту); вызвать скорую медицинскую помощь; наблюдать за состоянием пострадавшего	Перечислите последовательность действий при отравлении ядом, попавшим в организм человека через рот

Размять шею и затылок; принять позу эмбриона; одежду не снимать.	Перечислите действия, которые необходимо предпринять при попадании в холодную воду.
Вывести пострадавшего на свежий воздух; давать вдыхать вату, смоченную в нашатырном спирте; давать теплое питье; обеспечить покой	Перечислите порядок действий в случае оказания первой помощи при отравлении парами ацетона
$P(8) = P(2) * \left(\frac{8}{2}\right)^{-0.5} = 50 * \left(\frac{8}{2}\right)^{-0.5} = 25 \text{ Р/ч}$	Определить уровень радиации на 8 часов после аварии на радиационном объекте, если авария произошла в 13.00, уровень радиации в 15.00 составил 50 Р/ч.
$\text{Косл (дерево)} = 2^{21/18,5} = 2$ $\text{Косл (грунт)} 128/2 = 64$ $64 = 2^{X/8,1}$ $2^6 = 2^{X/8,1}$ $x = 48 \text{ см (около 50 см)}$	Оценить толщину грунта, который нужно насыпать на бревенчатое перекрытие простейшего укрытия, чтобы обеспечить коэффициент ослабления по γ – излучению 128. Если бревна имеют толщину 21 см (слой половинного ослабления d дерева – 18,5 см, слой половинного ослабления d грунта – 8,1 см).
Три любые показателя из перечня: 1. Продолжительность наблюдения; 2. Частота поступающих сигналов (звуки, свет) за час; 3. Количество объектов, подлежащих одновременному наблюдению; 4. Размер предмета, подлежащего наблюдению;	Укажите три показателя, характеризующие напряженность трудового процесса

5. Труд с участием оптического оборудования (процент от общей длительности смены). 6. Наблюдение за экраном терминала (количество часов в день). 7. Нагрузка на слуховой анализатор. 8. Нагрузка на голосовой аппарат.	
Три любые показателя из перечня: 1. физическая динамическая нагрузка; 2. масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную; 3. стереотипные рабочие движения; 4. статическая нагрузка; 5. рабочая поза; 6. наклоны корпуса; 7. перемещение в пространстве	Укажите три показателя, характеризующие тяжесть трудового процесса
Три любые показателя из перечня: хроническая усталость; состояние апатии; обострение хронических заболеваний; постоянные головные боли; нарушения сна и внимания; частые депрессии.	Электромагнитные излучения любого генезиса оказывают неблагоприятные воздействия на организм человека. Укажите влияние электромагнитного излучения (3 ответа).
Пять любых показателей из перечня: 1. Сила тока 2. Частота тока 3. Путь тока в теле человека 4. Параметры помещения. Класс помещения по опасности поражения электрическим током	Укажите факторы, влияющие на исход поражения человека электрическим током (5 ответов)

5. Сопротивление тела человека, сопротивление эпидермиса 6. Время действия тока 7. Индивидуальные особенности организма человека 8. Наличие защитных средств (заземление, отключение и т.д.)	
$f = \frac{3 \cdot 10^8}{0,3} = 10^9 \text{ Гц}$	Наиболее опасными для человека являются электромагнитные излучения с длиной волны 0,3 м. Найти частоту этих волн.
Три любые наименования из перечня: фосген, дифосген, хлор, хлористый водород, хлорпикрин, иприт, люизит и др.	По признакам своего поражающего действия аварийно химически опасные вещества делят на группы. Вещества преимущественно удушающего действия поражают главным образом органы дыхания, вызывая развитие острого токсического отека легких, затрудняющего поступление кислорода воздуха в кровь, что приводит к быстро нарастающей гипоксии, которая, в свою очередь, приводит к расстройству многих функций организма и возможной гибели пораженного. Укажите три вещества преимущественно удушающего действия
Три любые показателя из перечня: от плотности населения (чел./км²) на территории очага; концентрации и токсичности АХОВ; глубины распространения очага на открытой или закрытой местности; степени защищенности людей; своевременности оповещения об опасности; метеорологических условий (скорости ветра, степени вертикальной устойчивости воздуха)	Возможные потери населения в очаге аварии зависят от ряда факторов. Перечислите их (приведите три ответа).
температура тела ниже 31 °С; сознание отсутствует; наблюдаются судороги, рвота; кожные покровы бледные, синюшные, очень холодные на ощупь; пульс замедлен до 36	Перечислите признаки тяжелой степени обморожения

ударов в минуту, слабого наполнения; имеет место выраженное снижение артериального давления; дыхание редкое, поверхностное - до 3-4 в минуту; наблюдаются тяжёлые и распространённые отморожения вплоть до оледенения					
	Прогнозируемый ущерб от двух различных ЧС на объекте составляет: Таблица 1 – Возможные сценарии ЧС 1				
	Сценарий	1	2	3	
	Ущерб U_i , тыс. руб.	228,9	1157,0	130422,1	
	Вероятность реализации P_i , год ⁻¹	0,00004	0,0000052	0,00000078	
	Таблица 2 – Возможные сценарии ЧС 2				
	Сценарий	1	2	3	4
	Ущерб U_i , тыс. руб	117,2	1356,62	2987,0	220057,4
	Вероятность реализации P_i , год ⁻¹	0,000011	0,00000097	0,00000066	0,000000084
Предупреждение какой из ЧС является более приоритетным?					
не связанный с производством	Несколько работников завода, возвращались домой в одном автобусе городского маршрута. В пути с автобусом произошла авария, в которой все они получили лёгкие травмы и не смогли работать несколько дней. Как квалифицировать несчастный случай?				
1,98 мА	Определить величину тока, проходящего через человека при прикосновении к фазному проводу в сети с заземленной нейтралью 380/220 В, если сопротивление человека 1000 Ом, сопротивление пола 100000 Ом, сопротивление обуви 10000 Ом. Сопротивление заземления соответствует нормам для помещений с повышенной опасностью.				

Критерии выставления оценок

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами при ответе на практикоориентированные вопросы, принимает правильные управленческие решения, владеет навыками и приемами решения практических задач, выполняет тестовые задания на 100 процентов. Результаты обучения по дисциплине в рамках освоения компетенции УК-8 достигнуты на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, владеет необходимыми навыками и приемами ответов на них, правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, выполняет тестовые задания на 70 процентов. Результаты обучения по дисциплине в рамках освоения компетенции УК-8 достигнуты на хорошем уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при ответе на вопросы и при выполнении практических заданий и решении кейс-задач, выполняет тестовые задания на 50 процентов. Результаты обучения по дисциплине в рамках освоения компетенций компетенции УК-8 достигнуты на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы, допускает существенные ошибки при решении заданий практического уровня, выполняет тестовые задания на 49 процентов и ниже. Результаты обучения по дисциплине в рамках освоения компетенции УК-8 не достигнуты.

Тестовые задания по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

Номер задания	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
Тестовые задания			
1.	1 – а, h 2 – b, g 3 – c, f 4 – d, e	Установите соответствие между принципами и группами принципов обеспечения безопасности. Каждой группе соответствуют два принципа. 1) Технические принципы 2) Управленческие принципы 3) Организационные принципы 4) Ориентирующие принципы а) принцип слабого звена б) принцип стимулирования с) принцип защиты временем d) принцип системности e) принцип деструкции f) принцип защиты расстоянием g) принцип управления h) принцип блокировки	УК -8
2.	a	Выберите интегральный показатель безопасности жизнедеятельности а) продолжительность жизни б) уровень доходов человека в) индекс человеческого развития	УК -8
3.	1 – а 2 – b 3 – c 4 - e	Установите соответствие между характеристиками атмосферных осадков и их определениями. 1) Кратковременные атмосферные осадки, обычно в виде дождя,	УК -8

		отличающиеся большой интенсивностью (до 100 мм/ч), выпадающие из кучево-дождевых облаков 2) Жидкие атмосферные осадки в виде мелких капель диаметром не более 0,5 мм, очень медленно выпадающие из слоистых и слоисто-кучевых облаков или тумана 3) Атмосферные осадки, выпадающие при отрицательной температуре воздуха в виде твердых непрозрачных шариков льда диаметром 1-3 мм 4) Вид ливневых осадков в виде частиц льда преимущественно округлой формы a) Ливень b) Морось c) Ледяной дождь d) Мелкий дождь e) Град	
4.	a b c d i	Выберите основные инженерно-технические методы защиты от поражения электрическим током. Укажите несколько правильных ответов. a) защитное заземление, b) зануление c) защитное отключение d) электрическая изоляция e) удаление рабочего места f) применение средств индивидуальной защиты g) предупредительные плакаты h) обучение персонала i) малое напряжение, выравнивание потенциалов	УК -8

5.	1 – a 2 – b 3 – c 4 – d	Определите соответствие между степенью электрического удара и процессами, возникающими в организме человека 1) I степень 2) II степень 3) III степень 4) IV степень a) наличие судорожного сокращения мышц без потери сознания b) судорожные сокращения мышц, сопровождающиеся потерей сознания c) потеря сознания и нарушение функций сердечной деятельности или дыхания (возможно и то и другое) d) клиническая смерть	УК -8
6.	b a c e d	Установите правильную последовательность действий наложения жгута при артериальном кровотечении: a) на расстоянии 3-5 см. выше раны наложить вокруг конечности любую чистую и мягкую ткань. b) прижать пальцем артерию выше кровотечения. c) плотно приложить жгут к конечности. d) доставить пострадавшего с наложенным жгутом в медицинское учреждение. e) прикрепить к жгуту записку с указанием точного времени (до минут) его наложения.	УК -8
7.	1-с 2-b 3-a	Установите соответствие: 1) Слепая огнестрельная рана 2) Касательная огнестрельная рана 3) Сквозная огнестрельная рана a) рана, имеющая входное и выходное отверстия; b) рана, наносящее поверхностное повреждение кожи; c) пуля застревает в теле.	УК -8
8.	a b	Выберите группы принципов обеспечения безопасности по признаку реализации	УК -8

	c d	а) управленческие б) организационные с) ориентирующие д) технические е) социальные ф) экономические	
9.	a	Определите величину шагового напряжения, если одна нога человека находится в точке, имеющей потенциал 40 В, а другая – 30 В. а) 10 В б) 35 В с) 70 В	УК -8
10.	a	На какие классы по функциональной пожарной опасности подразделяются здания и части зданий? а) Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5 б) А, Б, В1-В4, Г, Д с) В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II , В-IIa, II-I, II-II, II-IIa, II-III	УК -8
11.	c	На предприятии провели специальную оценку условий труда. По различным факторам производственной опасности были установлены классы условий труда 3.1; 3.2; 3.2; 3.3; 1; 2. Определите итоговый класс условий труда. а) 3.1 б) 3.2 с) 3.3 д) 2	УК -8
12.	a	Какие уровни имеет Единая государственная система предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС)? а) федеральный, межрегиональный, региональный, муниципальный, объектовый б) производственный, поселковый, территориальный, федеральный с) объектовый, местный, районный, региональный, республиканский д) районный, поселковый, городской, объектовый, федеральный	УК -8

13.	a b c d e	Укажите состояния, при которых оказывается первая помощь. a) наружные кровотечения b) остановка дыхания, кровообращения c) отравления d) обморожения и другие эффекты низких температур; отсутствие сознания e) инородные тела в верхних дыхательных путях f) вывихи	УК -8

4. Критерии оценивания компетенций*

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса и проводит численную оценку защитных мероприятий. Проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф; оценивает поражающие факторы и предусматривает методы и способы защиты персонала и населения от них. Проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях. Компетенция УК-8 освоена на базовом и повышенном уровнях.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса и проводит численную оценку защитных мероприятий. Проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф, не оценивает поражающие факторы и предусматривает методы и способы защиты персонала и населения от них. Проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Излагает и применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях. Компетенция УК-8 освоена на базовом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания базового уровня, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы и оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Представляет методы защиты от опасностей различного генезиса, не проводит численную оценку защитных мероприятий. Не проводит типизацию стихийных бедствий, крупных производственных аварий и катастроф, не оценивает поражающие факторы и предусматривает методы и способы защиты персонала и населения от них. Проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим. Не излагает и не применяет правовые и нормативные документы, по вопросам охраны труда, охраны окружающей природной среды, безопасности в чрезвычайных ситуациях. Компетенция УК-8 освоена не в полном объеме на базовом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Идентифицирует опасные и вредные производственные факторы, не оценивает масштабы их воздействия на человека и окружающую природную среду. Не проводит мероприятия по оказанию первой доврачебной помощи пострадавшим.

Компетенция УК-8 не освоена.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры - в СКФУ, Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования - программам аспирантуры, программам ординатуры - в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 4 вопроса. Два из них для определения базового уровня и два повышенного уровня.

Для подготовки по билету отводится не более 45 мин.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, справочными материалами, нормативными документами.

При проверке практического задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, - развитость мышления (гибкость, рациональность, оригинальность), сформированность умения решать задачи, сформированность прикладных умений (способность решать практические проблемы, применять новые технологии для решения прикладных задач и т.д.), умение чётко и аргументировано излагать свою мысль, грамотность в оформлении решений задач, сформированность умений самоконтроля и самооценки (самокритичность, умение работать над ошибками, реалистичность в оценке своих способностей).

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Легкий, Н. М. Безопасность жизнедеятельности. В 2 томах. Т.1. Улучшение условий труда : учебник / Н. М. Легкий, В. К. Шумилин. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 648 с. — ISBN 978-5-9729-2155-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/155941.html>

2. Безопасность жизнедеятельности : учебник для бакалавров / В.О. Евсеев [и др.]. — 6-е изд. — Москва : Дашков и К, 2024. — 452 с. — ISBN 978-5-394-05533-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL:

<https://www.iprbookshop.ru/144216.html>

3. Безопасность жизнедеятельности : учебник для бакалавров / Э.А. Арустамов [и др.]. — 25-е изд. — Москва : Дашков и К, 2023. — 446 с. — ISBN 978-5-394-05502-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/144220.html>

Дополнительная литература:

1. Алексеев, В.С. Безопасность жизнедеятельности. Электронный ресурс: Учебное пособие для СПО / В.С. Алексеев, О.И. Жидкова, И.В. Ткаченко. - Безопасность жизнедеятельности, 2020-08-30. - Саратов: Научная книга, 2019. - 159 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-9758-1890-4 (экземпляров неограниченно).
2. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс: учебное пособие. - Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. - 214 с. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS- ISBN 978-5-00137-179-3 (экземпляров неограниченно).
3. Кривошеин, Д.А. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Кривошеин Д. А., Дмитренко В. П., Горькова Н. В.: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Лань, 2019. - 340 с. - Рекомендовано Редакционно-издательским советом Московского авиационного института (Национального исследовательского университета) в качестве учебного пособия. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. -ISBN 978-5-8114-3376-6 (экземпляров неограниченно).
4. Соколов, А.Т. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / А.Т. Соколов. - Безопасность жизнедеятельности, 2021-12-05. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. - 191 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4497-0304-0, экземпляров неограниченно.
5. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Холодов О. М., Дуц В.И., Кубланов А.М., Куликова Т.А., Шуманский И.И.: учебное пособие. - Воронеж: ВГИФК, 2020. - 206 с. - ISBN 978-5-905-654-68-8, экземпляров неограниченно.
6. Михаиллиди, А.М. Безопасность жизнедеятельности на производстве: учебное пособие / А. М. Михаиллиди. - Безопасность жизнедеятельности на производстве, Весь срок охраны авторского права. - Электрон. дан. (1 файл). - Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. - 135 с. - электронный. - Книга находится в премиум-версии ЭБС IPR BOOKS. - ISBN 978-5-4497-0805-2, экземпляров неограниченно..

Интернет-ресурсы

1. Справочная правовая система «Консультант плюс» <https://www.consultant.ru/>
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». <http://biblioclub.ru>
3. Электронно-библиотечная система IPRsmart . <https://www.iprbookshop.ru/>
4. Российская государственная библиотека <https://www.rsl.ru/>
5. Электронно-библиотечная система «Знаниум»: <https://znanium.com/>
6. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
7. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <https://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт» <https://lib.rucont.ru/>

9. Библиотека профессионала №1 <https://profspo.ru/>
10. Русский язык как иностранный РКИ <https://www.ros-edu.ru/>