

Автономная Некоммерческая Организация Высшего Образования

**«**Славяно-Греко-Латинская Академия»

|  |  |
| --- | --- |
| **СОГЛАСОВАНО**  Директор Института \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_,  кандидат философских наук  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  **Одобрено:**  Решением Ученого Совета  от «22» апреля 2022 г. протокол № 5 | **УТВЕРЖДАЮ**  Ректор АНО ВО «СГЛА»  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Храмешин С.Н. |

**Методические указания**

по выполнению практических работ

по дисциплине **Б1.О.02 Безопасность жизнедеятельности**

для студентов

|  |  |
| --- | --- |
| Направление подготовки | **38.03.04 Государственное и муниципальное управление** |
| Направленность (профиль) | **Государственная, муниципальная служба и кадровая политика** |
| Кафедра | **международных отношений и социально-экономических наук** |
| Форма обучения  Год начала обучения | **Очная**  **2022** |
| Реализуется в семестре | **1, курс 1** |

Москва, 2022

Разработчик: Харченко Н.П., доцент кафедры менеджмента

1. Проведена экспертиза РПУД. Члены экспертной группы:

Председатель:

Панкратова О. В. - председатель УМК.

Члены комиссии:

Пучкова Е. Е. - член УМК, замдиректора по учебной работе;

Воронцова Г.В. - член УМК, доцент кафедры менеджмента.

Представитель организации-работодателя:

Ларский Е.В. - главный менеджер по работе с ВУЗами и молодыми специалистами АО «КОНЦЕРН ЭНЕРГОМЕРА»

**Экспертное заключение:**

Экспертное заключение: фонд оценочных средств по дисциплине **Б1.О.02 Безопасность жизнедеятельности** рекомендуется для оценки результатов обучения и уровня сформированности компетенций у обучающихся образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 38.03.04 Государственное и муниципальное управление и соответствует требованиям законодательства в области образования.

Протокол заседания Учебно-методической комиссии

от «22» апреля 2022 г. протокол № 5

[**Оглавление** Введение 9](#_Toc498958)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1** 11](#_Toc498959)

[**Тема занятия: «Менеджмент риска на предприятии»** 11](#_Toc498960)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2** 18](#_Toc498961)

[**Тема** **занятия:** «**Исследование опасностей технической системы вероятностно-статистическими методами»** 18](#_Toc498962)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3** 29](#_Toc498963)

[**Тема занятия: «Оценка параметров микроклимата»** 29](#_Toc498964)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4Тема занятия: «Способы организации вентиляции и**  43](#_Toc498965)

[**кондиционирования для создания благоприятных микроклиматических**](#_Toc498966)

[**условий на рабочем месте, определение требуемой производительности»** 43](#_Toc498967)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5Тема занятия: «Принципы формирования световой среды в**  54](#_Toc498968)

[**рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет естественного освещения»** 54](#_Toc498969)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6Тема занятия: «Принципы формирования световой среды в**  65](#_Toc498970)

[**рабочей зоне, зоне отдыха, быту. Расчет искусственного освещения»** 65](#_Toc498971)

[**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7** 79](#_Toc498972)

[**Тема занятия: «Оценка производственного шума в помещении»** 79](#_Toc498973)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8** 91](#_Toc498974)

[**Тема занятия: «Расчет средств защиты от шума»** 91](#_Toc498975)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9Тема** **занятия:** «**Расчет средств защиты от электромагнитных**  100](#_Toc498976)

[**излучений»** 100](#_Toc498977)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10** 109](#_Toc498978)

[**Тема** **занятия:** «**Выбор и расчет систем электробезопасности в сетях переменного тока с напряжением до 1000 В»** 109](#_Toc498979)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11** 119](#_Toc498980)

[**Спасение и оказание первой помощи пострадавшим** 119](#_Toc498981)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12** 127](#_Toc498982)

[**Тема** **занятия:** «**Прогнозирование последствий аварий на химически опасных объектах»** 127](#_Toc498983)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13Тема занятия: «Прогнозирование последствий радиационного**  143](#_Toc498984)

[**загрязнения местности»** 143](#_Toc498985)

[**Тема** **занятия:** «**Порядок действий при пожаре, расчет параметров безопасной эвакуации из помещений здания»** 155](#_Toc498986)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15** 166](#_Toc498987)

[**Тема занятия: «Анализ производственного травматизма»** 166](#_Toc498988)

[**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16Тема** **занятия:** «**Расследование несчастного случая, связанного с**  172](#_Toc498989)

[**работой»** 172](#_Toc498990)

Введение

Основной целью образования по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» является формирование профессиональной культуры безопасности (ноксологической 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 - cпособен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций. 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:

*n*

*R* = , ед. врем., (1.1) *N*

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):

*n* 95365 −4 *смисх*.

*Rи* = = 6 = 2,810 .

*N* 12010 *год 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 (*Pi*) на значение тяжести/ущерба (*Yi*) по соотношению:

*n*

*Rk* = *Yik* *Pik*, (1.2)

*i*=1

где *k* = 1, 2, *n* – номер ЧС; *i* = 1, 2,…*n* – номер сценария для обеих ЧС.

Вероятность безотказной работы оборудования подчиняется экспоненциальному закону

*P*(*t*) = −1 *ехр*(−*t*), (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*;) = exp(−), *N* = 0,1, 2, 3..., (1.4) *N*!

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 *Уi*, тыс. руб. | 228,9 | 1157,0 | 130422,1 |
| Вероятность реализации *Pi*, год-1 | 0,00004 | 0,0000052 | 0,00000078 |

Таблица 1.4 – Возможные сценарии ЧС 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Сценарий | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ущерб *Уi*, тыс. руб | 117,2 | 1356,62 | 2987,0 | 220057,4 |
| Вероятность реализации *Pi*, 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:

*n*

*R*1 = *Yi*1  *Pi*1 = 2,29105 410−5 +1,16106 5,210−6 +

*i*=1

+1,3108 7,910−7 = 9,16 + 6,0 +102,7 =117,86 ðóá./ãî ä.

ЧС 2:

*n*

*R*2 = *Yi*2  *Pi*2 =1,17105 1,110−5 +1,36106 9,710−7 +

*i*=1

+2,99106 6,610−7 + 2,2108 8,410−8 =

=1,29 +1,32 +1,97 +18,48 = 23,06 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 *ехр*(−2,710−7 2000) = 0,00054.

Насоса:

*P*(*t*) = −1 *ехр*(−3,110−5 400) = 0,033.

Трубопроводов:

*P*(*t*) = −1 *ехр*(−4,910−6 0,052000) =0,0049.

Разгерметизация каждого элемента независима:

5

*Pразг* = −1 (1− *Pj*) = −1 (1−0,0054)3 (1−0,033)(1−0,0049) =3,910−2.

*j*=1

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

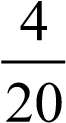
*Pвзр Рразг Риз*=  =3,910−2 0,0012 = 4,710−5год .−1

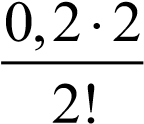
**Задача 4.** Оценить аварийный риск на объекте, где за 20 лет произошло 4 аварии, если частота отказов в системе однотипных объектов соответствует дискретному распределению Пуассона.

*Решение*

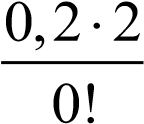
На объекте за 20 лет произошло 4 аварии.

Среднее число (интенсивность возникновения) аварий:

=  = 0,2 ëåò−1.

За 2 года две аварии могут произойти с вероятностью *Q*(2; 0,22) = exp(−0,4) = 0,054.

Вероятность безаварийного функционирования за 2 года

*Q*(0; 0,22) = 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.

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В.

Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009 – 325 с.

1. Мастрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / Б. С. Мастрюков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 334 с.
2. http://www.tehdoc.ru/ - Интернет-проект Техдок.ру - Форум специалистов по охране труда.
3. http://novtex.ru/bjd/ - Журнал "Безопасность жизнедеятельности".
4. http://www.complexdoc.ru/ - База нормативных документов и технических стандартов.

## 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 (булевая 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)

Рв = 0,95

Ра = 0,98

срабатывание

Ра

Ра

отказ системы

0

,02

Рв

Рв

0

,98\*0,05

системы

,98\*0,95

0

Рисунок 6.1 – Расчетная схема

Вероятность срабатывания системы 0,98\*0,95 = 0,931

Вероятность отказа 0,98\*0,05 + 0,02 = 0,069 Сумма противоположных событий равна 1.

При построении дерева отказов используется :

* дедуктивная (обратная) логика;
* булевая 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 v события | Знак «и» - выходное событие происходит, если все входные события случаются  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    условное  событие  входное 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 необходимы: источник зажигания, горючее вещество, окислитель.

В качестве источника зажигания может быть горящая спичка или искра.

В качестве горючего вещества – бензин или дерево.

ПОЖАР

Источник

зажигания

Горючее

вещество

Окислитель

спичка

искра

бензин

дерево

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 (Rs) с последовательным расположением в ней элементов при наличии элементов (n) в количестве 10 и 50. Надежность каждого элемента (Ri) составляет 0,95. Охарактеризовать условие работы для данной системы.

**Задание 8.** Определить надежность системы (Rs) с параллельным расположением в ней элементов при наличии элементов (n) в количестве 10 и 50. Надежность каждого элемента (Ri) 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 воздуховодов (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.

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009. – 325 с.
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2010 Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М.: Изд-во Ростехрегулирования, 2011 – 12 с.
3. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. – М.: ИПК Изд-во Стандартов, 2008 – 11 с.
4. http://novtex.ru/bjd/ - Журнал «Безопасность жизнедеятельности».
5. http://www.complexdoc.ru/ - База нормативных документов и технических стандартов.

## 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,оC; относительную влажность воздуха,  %; скорость движения воздуха на рабочем месте, V, м/с; барометрическое давление, P ,мм рт.ст, Па; интенсивность теплового излучения, E, Вт/м2 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 санитарногигиенические требования к воздуху рабочей зоны», «Санитарными нормами микроклимата производственных помещений» № 4088-86, СанПиН 2.2.4.54896 «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 Iа** (затраты энергии до 139 Вт (120 ккал/ч)) и **категорию Iб** (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 II6).**

В категорию IIа входят работы, связанные с постоянной ходьбой, выполняемые стоя или сидя, но не требующие перемещения тяжестей, в категорию IIб – 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 спостоянным 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 Iа | до 120 |  | до 139 |
| Легкие Iб | 121–150 |  | 140–171 |
| Средние IIа | 151–200 |  | 175–232 |
| Средние IIб | 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 этомуравнении учтены главные факторы, оказывающие влияние на изменение содержание тепла в организме человека. Оно имеет вид

*±Q = М ±С ± R ± Т - Е*, (3.1)

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

*М*– теплопродукция организма (метаболическое тепло, составляющее

67-75% от энергозатрат);

*С*– конвекционный обмен организма и окружающего воздуха;

*R*– тепловой поток излучением;

*Т -* тепловой поток теплопередачей;

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

В данной формуле величины *R* и *С* 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 *С*).

Отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется в следующим 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*= *Iто\*S\*t,* (3.2)

где *Iто* ‒ 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

*ТНС* = 0,7 \* *Твл* + 0,3 \* *Тш*, (3.3)

где *Т вл* – температура мокрого термометра аспирационного психрометра, оС; *Тш* – температура шарового термометра, оС.

*ТНС* – 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.

*Р = (Рнас - А \* (Тс - Тв) \* Рб)*, (3.4)

где *Pнас* – парциальное давление насыщенных паров при температуре мокрого термометра, Па (приложение Б);

*Pб* – барометрическое давление, Па;

*Tс* – показания "сухого" термометра, оС;

*Tв* – показания "мокрого" термометра, оС;

*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 |
| А | 0,0013 | 0,0011 | 0,0009 | 0,0008 | 0,0007 | 0,00067 |

Относительную влажность определяют по формуле

*Р* (3.5)

*φ* = 100\*, *Рн*

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

Определить дефицит влажности воздуха по формуле

(*Рн* − *Рнас*) (3.6)

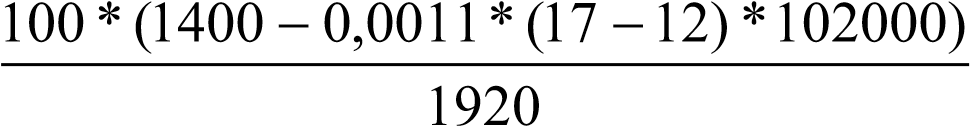
*В* = \*100,%

*Рн*

##### Пример расчета

По аспирационному психрометру Тс = 17оС, Тв = 12оС. Барометрическое давление Рб = 102000 Па, V = 0,2 м/с.

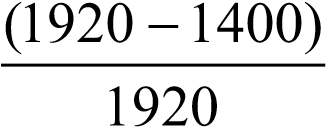
Определить относительную влажность воздуха и дефицит влажности.

=  = 43,6%

при Тв = 12оС Рнас = 1400 Па, при Тс = 17 оС Рн = 1920 Па

По приложению Б находим парциальное давление насыщенных паров

Дефицит влажности

*В* =  \*100 = 27%

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

*Q = Vср \* F\** 3600, (3.7)

где *Vср* – средняя скорость воздуха, м/с;

*F* – площадь сечения в месте замера, м2.

Кратность воздухообмена (1/час) по формуле

*Q* (3.8)

*N* = ,

*V*

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, оС | Т вл, оС | Т шар, оС | Скорость движения  воздуха, м/с | Барометрическое давление, Па | Категория тяжести работ | Период года |
| 1 | 25 | 23 | 24 | 1 | 100000 | II а | теплый |
| 2 | 28 | 25 | 25 | 2 | 95000 | II б | холодный |
| 3 | 26 | 24 | 23 | 3 | 98000 | I б | теплый |
| 4 | 24 | 20 | 22 | 2 | 100000 | II а | холодный |
| 5 | 20 | 17 | 21 | 1 | 90000 | II б | холодный |
| 6 | 19 | 15 | 24 | 1,3 | 95000 | I б | холодный |
| 7 | 28 | 24 | 25 | 2 | 98000 | II а | теплый |
| 8 | 25 | 23 | 26 | 3 | 100000 | I а | холодный |
| 9 | 27 | 20 | 24 | 3 | 90000 | II а | теплый |
| 10 | 25 | 20 | 23 | 2 | 100000 | II б | холодный |
| 11 | 24 | 19 | 27 | 4 | 95000 | I б | холодный |
| 12 | 23 | 17 | 26 | 3 | 100000 | II а | теплый |
| 13 | 28 | 20 | 27 | 2 | 95000 | II а | теплый |
| 14 | 29 | 23 | 24 | 1 | 100000 | III | теплый |
| 15 | 30 | 22 | 26 | 1,5 | 98000 | I а | теплый |
| 16 | 26 | 21 | 25 | 3 | 100000 | II а | холодный |
| 17 | 30 | 24 | 22 | 2 | 98000 | I б | теплый |
| 18 | 27 | 25 | 28 | 4 | 100000 | II б | теплый |
| 19 | 25 | 23 | 24 | 3 | 98000 | I а | теплый |
| 20 | 27 | 22 | 25 | 2 | 96000 | II а | теплый |

Таблица 3.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Барометрическо | е давление Р, Па | Показания термометров, оС | | Абсолютная  влажность  P  ,    г/м  3 | Относительная влажность R, % | |
| сухого | мокрого | по таблице | по формуле |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 3.5 – Оценка полученных результатов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категория работы | Температура воздуха  Т, оС | | | Относительная влажность φ, % | | | Скорость движения воздуха V, м/с | | | Время пребывания на  рабочих местах, ч |
| 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 оС? (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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
2. ССБТ ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
3. Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда, М.
4. Методика проведения специальной оценки условий труда.

Приложение N 1 к приказу Минтруда России от 24 января 2014 г. N 33н Зарегистрирована в Минюсте России 21 марта 2014 г. N 31689

Приложение А

Психрометрическая таблица для от температур от 0 до 29 оС 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 ( оС )

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работ\* | Общие энергозатрат ы, Вт/м2 |  |  | Класс условий труда | | |  |  |
| Оптимальн ый 1 | Допустимы  й 2 | Вредный 3 | | |  | Опасный (экстремал ьный) 4 |
| 1 степени  3.1 | 2 степени  3.2 | 3 степени  3.3 | 4 степени  3.4 |
| Iа | 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 |
| IIа | 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, оС | | | | | | Относительная влажность | | Cкopocть движения, м/с | |
| оптимальная | допустимая | | | | |
| Верхняя граница | | Нижняя граница | | | оптимальная | допустимая на  рабочих местах постоянных и непостоянных | оптимальн  ая  не более | допустимая  на рабочих местах  постоянных  и  непостоянн |
| на рабочем месте | | | | |
| постоянны  х | непостоянн ых | | постоянн ых | непостоянных |
| Холодны  й | Легкая - Ia | 22-24 | 25 | 26 | | 21 | 18 | 40-60 | 75 | 0,1 | не более 0,1 |
| Легкая -I6 | 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 | 2i | 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 – Iа | 33-25 | 28 | 30 | | 22 | 20 | 40-60 | 55 (при 28 °С) | 0,1 | 0,1-0,2 |
| Легкая -I6 | 32-24 | 28 | '10 | | 21 | 19 | 40-60 | 60 (при 27 °С) | 0,2 | 0,1-0,3 |
| Средней тяжести- IIа | 31-23 | 27 | 29 | | 18 | 37 | 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 работ1 |  |  | Класс (подкласс) условий труда | | | | |
| оптимальный | допустимый | вредный | | | | опасный |
| 1 | 2 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 4 |
| Температура воздуха, С | Iа | 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 |
| IIа | 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 | Iа | ≤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 |
| IIа | ≤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 (Iто), Вт/м2 | I- III | - | ≤140 | 141–  1500 | 1501– 2000 | 2001– 2500 | 2501– 2800 | >2800 |
| Экспозиционная доза теплового облучения2, Втч | I- III |  | 500 | 1500 | 2 600 | 3 800 | 4 800 | >4800 |

## 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 подержание 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]:

3600*Qÿ*

*L* = , (4.1)

 *ñ* (*ty* −*tn*)

где *L* – требуемое количество приточного воздуха, м3/ч; *Qя –* избытки

явного тепла, Вт; *с* – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, равная 1 кДж/кг град;  – плотность приточного воздуха, для стационарных условий принимается 1,2 кг/м3; *tу*– температура удаляемого

воздуха, С; *tп* – температура приточного воздуха, С.

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

*tу* = *tр.з*+ *а* · (*h* – 2),С, (4.2)

где *tр.з*– температура в рабочей зоне (на высоте 2 м от пола), С; *а* – 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 :

*G*

*L* = , (4.3)

(*dy* − *dí* )

где *Gвл* – масса водяных паров, выделяющихся в помещении, г/ч;

*dу* – содержание влаги в удаляемом из помещения воздухе, г/кг; *dн* – содержание влаги в наружном воздухе, г/кг;  – плотность приточного

воздуха, кг/м3.

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

*G*

*L* = , (4.4)

*Ï ÄÊ ðç* −*Ñï ð*

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); *Спр* – концентрация вредного вещества в поступающем воздухе (принимаем равным от 0 до 30 % ПДК), мг/м3; *ПДКрз* – концентрация вредного вещества в удаляемом воздухе, мг/м3.

При одновременном наличии в воздухе нескольких вредных веществ однонаправленного действия (ГОСТ 12.1.005-88) должно выполняться соотношение:

*q*1 + *q*2 +....1, (4.5)

*Ï ÄÊ*1 *Ï ÄÊ*2

где *q*1, *q*2 – фактическая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м3; *ПДК*1, *ПДК*2 – предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м3.

При наличии веществ разнонаправленного действия должно выполняться условие:

*qi*

1. (4.6)

*Ï ÄÊi*

Кратность воздухообмена (*n*) находят по формуле:

*L*

*n* = ,1/*÷*, (4.7)

*V*

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

##### 2. Примеры решения задач

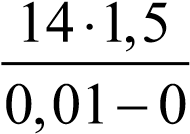
**Задача 1.** В цехе в процессе пайки выбрасывается в воздух 14 мг свинца в час. Какую кратность воздухообмена должна обеспечивать вентиляционная установка, если ПДК свинца в воздухе 0,01 мг/м3, а размеры цеха 20 x 40 x 5 м?

*Решение*:

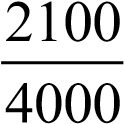
Воздухообмен для удавления вредных веществ определим по формуле (3.4).

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

Рассчитаем требуемую производительность вентиляционной установки

*L* =  = 2100 ì 3/÷.

Кратность воздухообмена (*n*) определим по формуле (3.5), объем помещения, м3, *V* = 20·40·5 = 4000 м3:

*n* =  = 0,51/÷.

**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·оС, 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

*L* *c* (*tyy* −*tnn*) 1000 1 1000(20− −( 16))

*Qÿ* = = =10000, Äæ/ñ.

3600 3600

**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?

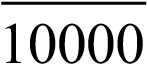
*Решение:*

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 помещении 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

6000 *n* = = 0,61/÷.

**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:

*V* (*Cï äê* −*Ñí* ) (4.9)

=, ÷,

*z*

где *V* – объем помещения, м3; *Спдк* – предельно допустимая концентрация вредного вещества, мг/м3 (*ПДК* СО2 = 20 мг/м3); *Сн* – 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)  Средней тяжести (II категория)  Тяжелая (III категория) | 45  56  63 | 30  38  45 |
| Взрослые в состоянии покоя | 35 | 23 |
| Дети до 12 лет | 18 | 12 |

Определяем время, через которое необходимо включить вентиляцию:

=  = 0,035 ÷(2,1ì èí ).

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/м3, а размеры цеха 10 x 20 x 5 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/м3, а размеры цеха 20 x 20 x 5 м?

**Задание 4.**. Крашеные 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/м3, а размеры помещения 4 x 5 x 2,5 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 м3/ч воздуха. Какую мощность должна иметь нагревательная установка, если в цехе необходимо поддерживать температуру 20 °С? (Удельную теплоемкость считать равной 1 кДж/кг·град, а плотность воздуха 1 кг/м3.)

**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 мг/м3. Какова допустимая концентрация марганца в воздухе, если концентрация свинца 0,005, а ртути 0,01 мг/м3?

**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/м3, а ПДК бензина 300 мг/м3?

**Задание 8**. В цехе объемом 10000 м3 с кратностью воздухообмена 3 1/ч использовалось вредное вещество с ПДК 0,01 мг/м3. 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 x 20 x 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 x 50 x 10 м вентиляционная установка обеспечивает кратность воздухообмена 0,5 1/ч. Достаточна 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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В.

Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009. – 325 с.

1. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – М.: Изд-во Минздравсоцразвития, 2009 – 42 с.
2. http://www.tehdoc.ru/ - Интернет-проект Техдок.ру - Форум специалистов по охране труда.
3. http://novtex.ru/bjd/ - Журнал «Безопасность жизнедеятельности».
4. http://www.complexdoc.ru/ - База нормативных документов и технических стандартов.

## 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).

Естественное освещение

Влияние на зрительный

анализатор

Влияние на ЦНС

Факторы, определяющие уровень

освещенности при естественном

Гигиенические требования

Достаточность

Равномерность

Ограничение

яркости

Ограничение

колебаний

светового потока

Размеры и

конфигурация

помещения и световых

Ориентация помещения

по сторонам света

Наличие затеняющих

объектов

Цвет стен в помещении

и особенности

Санитарное состояние

стен, мебели

Время года, суток и

погодные условия

Оптимизация условий естественного освещения

Показатель

Коэффициент

естественного

Гигиеническое

нормирование

Рисунок 5.1 – Роль естественного освещения в формировании световой среды

**Коэффициент естественной освещенности** – это отношение освещенности в данной точке внутри помещения (*Евн*, лк) к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности (*Ен*, лк), создаваемой светом полностью открытого небосвода, выраженное в %.

*Åâí*  %. (5.1)

*ÊÅÎ* =100,

*Åí*

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 посредине помещения.

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

*eN* = *en*  *mN*, (5.2)

где *N* – номер группы обеспеченности естественным светом в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица А.2 Приложения А); *en –* нормативное значение КЕО, в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица А.1 Приложения А); *mN* – 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

*eN* *K*3 0 *Sn*

*S*0 = *Kçä*, (5.3)

1000 *r*1

где *еN* – нормируемое значение коэффициента естественной освещенности (таблица А.1 Приложения А); *So* – площадь окон, м2; *Sn* – площадь пола, м2; *Кз* – 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:

*τ*0 *= τ*1 · *τ*2 · *τ*3 · *τ*4, (5.4)

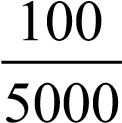
где *τ*1– коэффициент светопропускания материала (таблица А.7 Приложения А); *τ*2 – коэффициент, учитывающий потери света в конструкциях (таблица А.7 Приложения А); *τ*3 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах световых проемов (при боковом освещении *τ*3 = 1); *τ*3 определяют по таблице А.8 Приложения А; *τ*4 – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах (таблица 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); *Кзд* – 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):

*ÊÅÎ* = 100 = 2,0 %.

Таким образом, КЕО составит 2,0 %.

**Задача 2.** В производственном помещении длиной *А* = 12 м, шириной *В* = 12 м и высотой *Н* = 3,0 м выполняются зрительные работы средней точности (разряд IV). Освещение рабочей поверхности осуществляется через боковые световые проемы, характеризующиеся коэффициентом светопропускания *τо* = 0,85.

Рассчитать площадь световых проемов при следующих значениях коэффициента светового климата и отражения:*m* = 1,0 и *rср* = 0,4.

Высота светового проема *Нок* = 2,4 м.

Освещение одностороннее боковое. Глубина помещения составляет

(*В* − 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 КЕОопределено по формуле (2.2):

*еn* = *ен* · *m* = 1,5 · 1,0 = 1,5 %.

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

*Sî en* *Ê ç* *î* *Ê çä* 100 = ,

*Sn* *î* *r*1

где *So* – площадь световых проемов (в свету) при боковом освещении, м2; *Sп* – площадь пола помещения, м2, *Sп*= 144 м2; *en*– нормированное значение

КЕО, %, *en*= 1,5 %; *Кз* – коэффициент запаса (СНиП 23-05-95), *Кз* = 1,3 (таблица А.4 Приложения А); *ηo* − 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, *ηo*= 22; *Кзд* – коэффициент, учитывающий затенение окон противостоящими зданиями (таблица А.6 Приложения А), *Кзд* = 1; *τo* – общий коэффициент светопропускания, *τo*= 0,85 (таблицы А.7, А.8 Приложения А); *rср* − 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 *rср* = 0,4.

*Sî* 1,51,3221 2

100 = =181,7 ì .

144 0,40,85

**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 *Е* = 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 *Е* = 600 лк.

##### 3. Задания для работы на занятии

**Задание 1.** В производственном помещении длиной А, шириной В и высотой Н выполняются зрительные работы разряда К.

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 *Pср*.

Высота светового проема *Нок*.

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

Исходные данные принять по таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные для расчета

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | Предпоследняя цифра шифра | | | | | |  |  |
| Параметры | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| А, м | 48 | 60 | 12 | 36 | 18 | 24 | 48 | 72 | 18 | 60 |
| В, м | 36 | 36 | 12 | 18 | 12 | 24 | 24 | 42 | 18 | 24 |
| Н, м | 4,8 | 4,8 | 3,0 | 4,2 | 3,6 | 3,6 | 4,2 | 5,4 | 3,6 | 4,8 |
| К | V | VI | IV | V | IV | V | VI | VI | V | IV |
|  |  |  | Последняя цифра шифра | | | | | |  |  |
| *Нок*, 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* | 0,65 | 0,75 | 0,85 | 0,8 | 0,85 | 0.80 | 0,9 | 0,85 | 0,7 | 0,95 |
| *Рср* | 0,45 | 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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009. – 325 с.
2. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – М.: Изд-во Минрегионразвития, 2011 – 68 с.

##### ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика зрительной работы | Наименьший или  эквивалентный размер объекта  различения, мм | Разряд зрительной работы | Естественное освещение | | | Совмещенное освещение | |
| КЕО, *ен*, % | | | | |
| 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 |  | VIIIа | 3,0 | 1,0 | 1,8 | | 0,6 |
| производствен- ного процесса постоянное |  |  |  |  |  | |  |
| 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 *Кз*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Помещения и территории | Коэффициент запаса (*Кз*) | | | |
| 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/м3 пыли, дыма, копоти | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,5 |
| от1 до 5 мг/м3 пыли, дыма, копоти | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 1,4 |
| менее 1 мг/м3 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 *ήо* окон при боковом освещении

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Отношение длины  помещения  Lb к его глубине В | Значение световой характеристики ή о при отношении глубины помещения В к высоте от уровня условной поверхности до верха окна *ĥ* | | | | | | | |
| 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 *Кзд*, учитывающего затенение окон противостоящими зданиями

|  |  |
| --- | --- |
| Отношение *Р*/*Нзд* | Значение коэффициента *Кзд* |
| 0,5 | 1,7 |
| 1,0 | 1,4 |
| 1,5 | 1,2 |
| 2,0 | 1,1 |
| 3,0 и более | 1,0 |

*Р*/*Нзд* − отношение расстояния между рассматриваемым и противостоящим зданиями к высоте расположения карниза противостоящего здания над подоконником рассматриваемого окна

Таблица А.7 − Значения коэффициентов *τ1*и *τ2*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вид  светопропускающего материала | Значение τ1 | Вид переплета | Значение *τ2* |
| 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 *τ3* и *τ4*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Несущие конструкции покрытия | Значение *τ3* | Солнцезащитные устройства | Значение *τ4* |
| Стальные фермы Железобетонные и деревянные фермы  и арки Балки и рамы сплошные при высоте сечения: 50 см и более  менее 50 см | 0,9      0,8        0,8  0,9 | Убирающиеся регулируемые жалюзи и шторы Стационарные жалюзи при расположении пластин под углом 90о к плоскости окна:  горизонтальные вертикальные | 1,0              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 стерадианах (cр), к величине этого телесного угла. Единица измерения – кандела.

*F*

*I* = . (6.1)



Освещенность **(*Е*)** **– поверхностная плотность светового потока.**

**Единица измерения – люкс (лк).**

*F*

1. = ,(6.2)

*S*

**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:

1. *I*

*B* = = ,(6.3)

*S* cos *S* cos

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

##### Качественные показатели освещения

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

*Fî ò ð*

= .(6.4)

*Fï àä*

**При значении *ρ* < 0,2 фон темный, *ρ* = 0,2…0,4 фон средний, *ρ* > 0,4**

**фон светлый.**

**Контраст объекта с фоном** – степень различения объекта и фона – характеризуется соотношением яркостей рассматриваемого объекта (*Во*) и

фона (*Вф*):

*Âô* − *Âî*

*Ê* = .(6.5)

*Âô*

**Если *К* < 0,2 – контраст малый; *К* = 0,2…0,5 – контраст средний; *К* > 0,5 – контраст большой.**

**Важным фактором, характеризующим качество освещения,**

**является** коэффициент пульсации освещенности **(*Кп*). Его значение равно**

*Åì àêñ* − *Åì èí*

*Êï* = 100, %,(6.6)

2*Åñð*

##### где *Емакс*– максимальное значение пульсирующей освещенности на рабочей поверхности; *Емин* – минимальное значение пульсирующей

**освещенности; *Еср* – среднее значение освещенности.**

Показатель ослепленности **(*Р*) – критерий оценки слепящего**

**действия осветительной установки, определяемый выражением:**

***Р =* (*s –* 1) ·103,** (6.7)

**где *s* – коэффициент ослепленности.**

(*Bï î ð* )*s*

*S* = ,(6.8)

*Âï î ð*

##### где Δ*Впор* – пороговая разность яркости объекта и фона при

**обнаружении объекта на фоне равномерной яркости; (Δ*Впор*)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:

*Åí* *S* *Z* *Kç*

*Fë* = , (6.9)

*N* *n* *j*

где *Fл* – световой поток лампы, лм (таблица Б.5 Приложения Б); *Eн* – 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; *Kз* – 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:

*À* *Â*

*I* = , (6.10)

*Í ð*(*À*+ *Â*)

где *I* – индекс помещения; *А* – длина помещения, м; *В* – ширина помещения, м; *Нр* – расчетная высота подвеса светильника.

*Нр = Н – Нрп – Нс*,(6.11)

где *Н* – высота помещения, м; *Нрп* – высота рабочей поверхности, м; *Нс* – 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/Hр* (*L* – расстояние между светильниками, *Нр* – 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)·*L*, в зависимости от расположения рабочих мест. Если рабочие места расположены у стен, то рекомендуется принимать величину 0,3·*L* , в противном случае (0,4 – 0,5)·*L*. Во вспомогательных помещениях принимают 0,5·*L*.

##### 2. Примеры решения задач

**Задача 1.** Произвести расчет общего равномерного искусственного освещения люминесцентными дампами 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 х 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):

*Åí* *S* *Z* *Kç*

*Fë* =,

*N* *n* *j*  *f*

где *Ен*– нормированная величина освещенности, лк. Для разряда зрительных работ Vб в соответствии со СНиП 23-05-95 (таблица Б.1 приложения Б) нормируемая величина *Ен* составляет 200 лк; *K* – коэффициент запаса, *K* = 1,5; *S* – площадь помещения, м2, *S* = А · В = 15 · 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:

*À**Â* 157

*I* = = =1,98,

*Í ð* (*À*+ *Â*) 2,4(15+ 7)

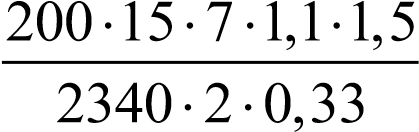
где *I* – индекс помещения; *А* – длина помещения, м, *А* = 15 м; *В* – ширина помещения, *В* = 7 м; *Нр* – расчетная высота подвеса светильника

(формула (2.15)):

*Нр* = *Н* – *Нрп* – *Нс* = 3,2 – 0,8 – 0 = 2,4,

где *Н* – высота помещения, м, *Н* = 3,2 м; *Нрп* – высота рабочей поверхности, м, *Нрп* = 0,8 м; *Нс* – высота свеса светильника, м, *Нс* = 0 м;

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* =  = 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 (*Нр*) составляет

*L* / *Hр* = 1,5;

*L* = 2,4 · 1,5 = 3,6 м.

Расстояние от стены до ближайшего ряда светильников принимаем

*l* = 0,3 · *L* = 1,08 м.

Количество рядов светильников принимаем К = 3.

Светильники располагаем в 3 ряда по 7.

Общее число светильников 3 · 7 = 21.

Расстояние между рядами светильников

*Â* − 2*l* 7 − 21,08

*l*1 = = = 2,5ì .

*Ê* −1 3−1

Расстояние между торцами светильников в ряду

*A*− 2 −*l N* *lñâ* , *l*2 =

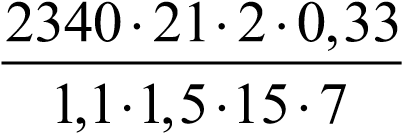
*N* −1

где *lсв –* длина светильника, м; *N* – количество светильников в ряду.

15− 21,08−71,275*lñâ* . *l*2 = = 0,65ì

7 −1

Вычисляем фактическую величину освещенности

*Å* =  =187,2 ëê .

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

Размещение светильников приведено на рисунке 6.4.

15 м

2

,5

7

м

0

,65

1

,08

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 А, шириной В, высота подвеса светильников над уровнем пола *h*.

Высота рабочей поверхности *hn*.

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

Коэффициент запаса принять самостоятельно.

Коэффициент неравномерности освещения принять 1,1.

Разряд выполняемых работ − *р*.

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 |
| *р* | IVа | Vб | IVа | IVв | Vа | 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 Е, 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 санитарногигиенические 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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Сазонова, А. М.<BR>&nbsp;&nbsp;&nbsp; Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Сазонова А. М., Харламова А. В.,

Шилова Е. А. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. - 50 с. - ISBN 978-5-7641-

1387-6, экземпляров неограниченно

1. СП 52.13330.2011 Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – М.: Изд-во Минрегионразвития, 2011 – 68 с.

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

Таблица Б.1 – Нормативные величины освещенности в соответствии со СНиП 2305-95

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристика  зри  тельной  работы | Наименьший  размер объекта  различения , мм | Разряд зритель    ной работы | Подразряд    зрительной  работы | Контраст объекта  с фоном | Характеристика  фона | Освещенность, лк | | |
| при системе  комбинированного освещения | | при  систем е  общего освеще ния |
| Наивысшей точности | Мене  е 0,15 | I | а | Малый | Темный | 5000 | 500 | - |
| б | Малый  Средний | Средни  й  Темный | 4000  3500 | 400  400 | 1250  1000 |
| в | Малый  Средний Большо  й | Светлы й  Средни й  Темный | 2500  2500  2000 | 300  300  200 | 750  750  600 |
| г | Средний Большо й  Большо  й | Светлы й  Светлы й  Средни  й | 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 | Средни  й  Темный | 3000  2500 | 300  300 | 750  600 |
| в | Малый  Средний Большо  й | Светлы й  Средни  й  Темный | 2000  2000  1500 | 200  200  200 | 500  500  400 |
| г | Средний Большо й  Большо  й | Светлы й  Светлы й  Средни  й | 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 | Средни й  Темный | 1000 750 | 200  200 | 300  200 |
| в | Малый  Средний Большо  й | Светлы й  Средни  й  Темный | 750  750  600 | 200  200  200 | 300  300  200 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | г | Средний Большо  й  Большо  й | Светлы  й  Светлы  й  Средни  й | 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 | Средни  й  Темный | 500 | 200 | 200 |
| в | Малый  Средний Большо  й | Светлы  й  Средни  й  Темный | 400 | 200 | 200 |
| г | Средний | Светлы  й | - | - | 200 |
| Малой точности | от1,0 до 5,0 | V | а | Малый | Темный | 400 | 200 | 300 |
| б | Малый | Средни  й | - | - | 200 |
| в | Средний | Средни  й | - | - | 200 |
| г | Средний | Светлы  й | - | - | 200 |
| Грубая | более 5 | VI |  | Независимо от характеристик фона и контраста объекта с фоном | | - | - | 200 |
| Работа со светящимися поверхностями | более 0,5 | VII |  | То же | | - | - | 200 |
| Общее наблюдение за ходом производствен ного 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 | |
| *Lп* | 70 | 50 | 50 | | 70 | 50 | 50 | 70 | 50 | 50 | 70 | 50 | 50 |
| *Lc* | 50 | 50 | 30 | | 50 | 50 | 30 | 50 | 50 | 30 | 50 | 50 | 30 |
| *Lp* | 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 светильника | УВЛВ, УВЛН | | | | ВЛВ | | | ПЛУ | | |  | ПВЛ | | | |
| *Lп* | 70 | 50 | 50 | | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | | 30 | |
| *Lc* | 50 | 50 | 30 | | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 30 | 50 | 30 | | 10 | |
| *Lp* | 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/Hp

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тип кривой силы света | L/Hp | 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 |
| ЛТБЦ 40-1 | 1640 | 40 |
|  | С искаженной цветопередачей | | | |
| ЛД 40 | 40 | 2340 | 40 | 1213,6 |
| ЛБ 40 |  | 3000 | 40 |  |
| ЛБ 40-1 | 3200 | 40 |
| ЛХБ 40-1 | 3000 | 40 |
| ЛД 40-1 | 2500 | 40 |
| ЛТБ 40-1 | 3100 | 40 |
| ЛХБС 40 | 2250 | 40 |
| ЛХБЦ 40 | 2400 | 40 |
| ЛДЦ 65-4 | 65 | 2900 | 40 | 1500 |
| ЛХБ 65-4 | 3630 | 40 |
| ЛБ 65-4 | 4325 | 40 |
| ЛДЦ 80-4 | 80 | 3380 | 40 | 1500 |
| ЛД 80-4 | 3865 | 40 |
| ЛТБ 80-4 | 4300 | 40 |
| ЛБР 80-1 | 4160 | 40 |
| ЛХБ 80-4 | 4220 | 40 |
| ЛХБ 150 | 150 | 8000 | 40 | 1500 |

## 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 апериодических 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 *Р*** 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\*10-5 **−** 2\*102 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 Т, с.

Скорость звука *с* связана с длиной волны и частотой следующей зависимостью

*c* =\* *f* ,(7.1)

где *с* – скорость звука, м/с; *λ* – длина волны, м; *f* – частота колебаний, Гц.

Под **интенсивностью звука (шума)** понимают количество звуковой энергии, проходящей через площадь 1 м2, расположенную перпендикулярно направлению распространения звуковой волны, Вт/м2. Динамический диапазон восприятия составляет 10-12 – 102 Вт/м2.

Соотношение между интенсивностью звука и давлением звука *Р* имеет вид

*P*2 (7.2)

*I* = ,

\**c*

где *Р* – звуковое давление, Па; *ρ* – плотность среды, кг/м3; *с* – 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.

*I* (7.3)

*Бел*= lg ,

*Io*

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

*I0* – пороговое значение уровня интенсивности, *I0* = 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, определятся по формуле:

*I P*2 *P* (7.4)

*L* =10lg =10lg = 20lg ,

*Io Po*2 *Po*

где *Р0* – пороговое значение звукового давления, Р0 = 2 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 *Lн*, дБ.

Cреднегеометрическая частота определяется по формуле

*f* = *f*1\* *f* 2 (7.5)

При анализе шума весь диапазон частот разбивают на отдельные полосы.

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

##### Второй подход

Использование эквивалентного уровня звука *LA,* дБА. Согласно СНиП 23 – 03 – 2003 характеристикой **непостоянного шума** является эквивалентный уровень звука , измеряемый по характеристике «А» шумомера (*Lэкв*, дБА).

Уровень звука связан с соответствующим предельным спектром зависимостью

*L*=*ПС*+5 (7.6)

Так, например, в жилых комнатах в дневное время шум должен соответствовать ПС-35 и *LA* = 40 дБА, а в ночное время − *ПС*-25 и LA *=* 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 *Lэкв* = 55 дБА. Согласно этому документу также установлены максимальные значения (*Lmax*) 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/м2.

Определить уровень звукового давления (L, дБ) в этой точке.

*Решение*:

Определим уровень интенсивности звука в расчетной точке

*I*

*L* =10lg,*дБ*,

*Io*

где I – фактическая интенсивность звука, Вт/м2;

Io – пороговая интенсивность звука (порог слышимости), Вт/м2. Io = 10-12 Вт/м2.

10 13

*L* =10lg −12 =10lg10 =130*дБ*

10

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

*P*

*L* = 20lg ,*дБ* , *Po*

где P – фактическое значение звукового давления, Па;

Po – пороговое значение звукового давления (порог слышимости). Po = 2\*10-5 Па.

*P*

100 = 20lg

*Po*

5 = lg

*P* lg

*Po*

*P*

105 =10 *Po*

5 *P*

10 =

*Po*

*P* =105 \*2\*10−5 = 2*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 дБ

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

Таблица 7.1 – Значения поправок

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ∆ L, дБ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 20 |
| А, 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 дБ. Поправка А = 1,5 дБ.

Поправку прибавляем к большему УЗД.

82 + 1,5 = 83,5 дБ

3. Из результата суммирования вычитаем следующее значение 83,5 – 76 = 7,5 дБ. Поправка А = 0,7 дБ.

Поправку прибавляем к большему УЗД 83,5 + 0,7 = 84,2 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

|  |  |
| --- | --- |
| *T*  *D* =*PA*2 (*t*)*dt* , Па2∙с  0  Относительная доза шума рассчитывается по соотношению: | (7.7) |
| Dотн=(D/Dдоп)100, % | (7.8) |

Dдоп=P2A доп∙Т

где РА доп − значение звукового давления Па, соответствующее допустимому уровню звука для данного помещения или характера работ; Т − продолжительность работ, ч.

Так как максимально допустимый уровень шума на рабочем месте

составляет 85 дБА, что соответствует РА доп=0,356 Па, то за время Т = 8 ч значение Dдоп составит

Dдоп=P2A доп∙Т = 0,3562 \* 8 = 1 Па2\*ч

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

РА=Р0·10L/20= 2·10-5 ·10100//20=2 Па.

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

D= PA2t =22 ·\* 0,25 \* 4 = 4 Па2\*ч.

Следовательно, относительная доза шума в этом случае составит

Dотн=(D/Dдоп)\*100= (4/1)\*100 = 400%

**Задача 5.** Работают два одинаковых источника шума. Если их оба выключить, то уровень шума в определенной точке помещении 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:

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

Lх − уровень шума одного из одинаковых источников;

Ls - 65 дБА- уровень шума в помещении, если включены оба источника**;**

Ls1 - уровень шума в помещении, если включен один источник. Тогда согласно формуле

*n*

*L* =10lg(100,1*Li* ) (7.9)

*i*=1

где Li – уровень шума, создаваемый i – м источником, дБ; n – количество источников шума.

*n*

0,1*Li* 0,1*Lp* 0,1*Lx* 0,1\*60 0,1*Lx*

*L* =10lg(*i*=110 ) =10lg(10 + 2\*10 ) =10lg(10 + 2\*10 ) =

10lg(106 + 2\*100,1*Lx*) = 65

С учетом того, что

0,1*L*

*L* =10lg(10  ) = 65



получим

106 +100,1*Lx* =106,5

Отсюда определяем уровень шума одного источника

*Lx*= 60+10lg((100,5 −1)/2) = 60*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* = *L*1 +10lg*n* (7.10)

*L* = 60+10lg2 = 63*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 Вт/м2. 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 f2 и нижнюю f1 границы частот этой полосы.

**Задание 10.** Найти среднегеометрическую и верхнюю граничную частоты для октавы, для которой нижняя граничная частота f1= 800 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 м от источника шума, если измеренный уровень шума на расстоянии 1 м от него L =80 дБА.

**Задание 13.** Интенсивность звука в некоторой точке пространства при работе одного источника шума 0,1 Вт/м2, а при работе второго - 0,2 Вт/м2. 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 источника шума на предприятиях пищевой промышленности?
6. Перечислите основные профессиональные заболевания, вызванные действием шума?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.:

Высшая школа, 2009. – 325 с.

1. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция.

СНиП 23-03-2003. – М.: Изд-во Минрегионразвития, 2011 – 41 с.

1. ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. –

М.: ИПК Изд-во Стандартов, 2008 – 11 с.

1. http://www.tehdoc.ru/ - Интернет-проект Техдок.ру - Форум специалистов по охране труда.
2. http://novtex.ru/bjd/ - Журнал «Безопасность жизнедеятельности».
3. http://www.complexdoc.ru/ - База нормативных документов и технических стандартов.

## 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 *Jпад* на преграду часть этой энергии отражается, часть проникает в преграду и поглощается ею, превращаясь в тепловую энергию, а остальная часть, проходя сквозь преграду, излучается по другую сторону преграды.

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

##### Коэффициент звукопоглощения α

*Jпогл* (8.1)

= ,

*Jпад*

где *J погл* – поглощенная материалом или преградой звуковая энергия,

Вт/м2;

*Jпад* – интенсивность падающей звуковой энергии, Вт/м2.

**Коэффициент отражения *β*** – отношение отраженной звуковой энергии , определенной интенсивности *Jотр* к падающей *Jпад*

*Jотр* (8.2)

= ,

*Jпад*

где *Jотр* – интенсивность отраженного звука, Вт/м2.

**Коэффициент звукоизоляции *γ*** – отношение падающей звуковой энергии интенсивности *Jпад* к прошедшей через преграду *Jпр*

*Jпад* (8.3)

 = ,

*Jпр*

**Коэффициент прохождения (коэффициент проницаемости) *τ*** – отношение прошедшей через преграду звуковой энергии интенсивности *Jпр* к падающей *Jпад*

*Jпр* (8.4)

= .

*Jпад*

**Коэффициент рассеяния *δ***поверхности или материала определяется по формуле

*Jпад* − *Jпогл* − *Jпр* (8.5)

 = .

*Jпад*

Согласно закону сохранения энергии

+++=1. (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

*Jпад* (8.7)

*R* =10lg =10lg

*Jпр*

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

*L* = 20lg(*m*\* *f* ) − 47,5, (8.8)

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

– 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 ограждении 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

*A1* = ∑ αогр \* *Fогр*, (8.9)

где *A1* – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой октавной полосе до акустической обработки, м2 ; *F огр* – площадь поверхности помещения, м2;

αогр – коэффициент звукопоглощения материала *i*–го ограждения (приложение Б таблица 1).

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

*A2* = ∑ α*облогр* \* *Fоблогр +* ∑ α*необл* \* *Fнеобл,* (8.10)

где *A2* – эквивалентная площадь звукопоглощения помещения на каждой октавной полосе после акустической обработки, м2 ; α*облогр -* коэффициент звукопоглощения облицовки *i-*го ограждения

помещения (приложение Б таблица 1);

*F облогр*- облицованная площадь *i* – го ограждения помещения, м2 *F необл* – необлицованная площадь *i* – го ограждения помещения, м2; α*необл*– коэффициент звукопоглощения необлицованного *i-*го ограждения

помещения (приложение Б таблица 1);

##### Находят ожидаемую величину снижения шума в помещении на каждой октавной полосе

*L*= 10lg *А*2 , (8.11)

*А*1

##### 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

*Lтр* = *Lфакт* - *Lнорм*, (8.12)

где *Lтр* – требуемое снижение уровня звукового давления, дБ;

*Lфакт* – фактический уровень звукового давления, дБ;

*Lнорм* – нормативный уровень звукового давления, дБ.

Расчет на частоте 1000 Гц

*Lтр* = *Lфакт* - *Lнорм* = 76 - 80 = -4 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 м2, пола (кирпич) – 72 м2, потолка (кирпич) – 72 м2.

Таблица 8.1 – Результаты расчетов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | | Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц | | | | | |  |  |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| *Lфакт* | | 63 | 70 | 72 | 74 | 76 | 80 | 82 | 80 |
| *Lнорм* | | 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 |
| *Lтр* | | -36 | -22 | -6 | -9 | -4 | 2 | 6 | 6 |
| *а кирп* | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| *А*  *1*    *=*    *Σa*    *огр*    *\**    *F*    *огр*    (  *F*    *огр*    =360  м  2  ) | | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 |
| *а обл* | | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| *А*  *2*    =    Σ    (  *a*    *обл*    \*    *F*    *обл*  )    +    Σ  (  *а*  *необл*    \*      *F*    необл  ) | (  *F*    обл    =72  м  2  ,    *F*  *необл*    =  216 м  2  ) | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 | 3  6    +    2  ,  1  6    =    3  8  ,  1  6 |
| *Lсниж =*  10lg *A2/A1* | | 10,25 | 10,25 | 10,25 | 10,25 | 10,25 | 10,25 | 10,25 | 10,25 |
| *Lобр* | | 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 Вт/м2, а с другой - 0,01 Вт/м2. Найдите звукоизоляцию перегородки.

**Задание 3.** Интенсивность звука с одной стороны перегородки 0,1 Вт/м2, а с другой - 0,005 Вт/м2. 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 допустимого шума, дБ | спектр уровня |  | 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** | 30 | 36 | 37 | 40 | 46 | 54 | 57 | 59 |
| кирпичная кладка, оштукатуренная с двух  сторон, 125 мм |
| 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** | 0 | 0 | 2 | 6 | 6 | 8 | 8 | 10 |
| древесноволокнистая плита, 25 мм |
| древесностружечная плита, 19 | 14 | 17 | 18 | 25 | 30 | 26 | 32 | 38 |



##### 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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.:

Высшая школа, 2009. – 325 с.

1. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция.

СНиП 23-03-2003. – М.: Изд-во Минрегионразвития, 2011 – 41 с.

1. ГОСТ 12.1.003-14 ССБТ Шум. Общие требования безопасности. –

М.: ИПК Изд-во Стандартов, 2008 – 11 с.

1. http://www.tehdoc.ru/ - Интернет-проект Техдок.ру - Форум специалистов по охране труда.
2. http://novtex.ru/bjd/ - Журнал «Безопасность жизнедеятельности».
3. http://www.complexdoc.ru/ - База нормативных документов и технических стандартов.

## 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 10-3 до 1021 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 50МГц и до 300 МГц; **по магнитной составляюще**й, 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/ Т*, (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;

*Т*– время пребывания в зоне облучения, ч.

Предельно допустимая ППЭ при эксплуатации микроволновых печей не должна превышать 0,1 Вт/м*2* 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 норам 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 Е 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/*t* , (9.2)

где t – время воздействия.

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

t = (60/25)2 = 5,76 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

 *Еi* +  *ППЭi* 1 (9.3) *i ПДУЕi i ПДУппэ*

Значение ПДУппэ при работе в течение 4 часов в поле постоянно действующего передатчика составляет

*ПДУппэ* =*W* = 2 = 0,5(*Вт*/ *м*2) (9.4)

*T* 4

Определим энергетическую нагрузку для излучения частотой 35 МГц по формуле

ЭНЕ = Е2 \* Т = 42 \* 4 = 64 (В/м)2\*ч (9.5)

Норма для энергетической нагрузки выбрана по таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Предельно допустимая энергетическая нагрузка

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Диапазоны частот | Предельно допустимая энергетическая нагрузка | |
| ЭНЕдоп, (В/м)2\*ч | ЭННдоп, (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

0,4 42 \*4

+ = 0,88 1

0,5 800

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

*С*=\* *f* (9.6)

= *С* = 3\*108 = 0,6\*105(9.7) *f* 50\*103

Граница ближней зоны

  (9.8)

*R* 

2 6

*R*  0,6\*105 =104 *м*

6

Границы промежуточной зоны

 (9.9)

 *R*  2

2

0,6\*105  *R*  6\*0,6\*105

6

104 *R* 3,6\*105

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 γ = 33 \* 10 6 См/м, μ = μо ), чтобы поле не выходило в пространство за экраном.

**Задание 4.** Какой толщины должна быть стенка экрана из ферромагнитного материала (γ = 10 \* 10 6 См/м, μ = 1000 \*μо), 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/м2 в нормальных условиях (<28оС, 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 Вт \* ч/ м2.

**Задание 10.** Радиопередатчик мощностью 0,5 кВт действует на частоте 330 МГц при нормальных условиях среды (<28оС, 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 х 30 см был измерен статический заряд q = 26,5 х 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 Е убывает с расстоянием пропорционально кубу, определить, на каком расстоянии будет измерено принимаемое рядом исследователей за безопасное значение Едоп = 0,5 В/м? Чему равно Е 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 0,1МГц.

Исходные данные приведены в таблице 9.2.

Таблица 9.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | Общее время действия облучения на оператора в течение рабочей  смены Т, час | Напряженность электрического поля на рабочем месте  оператора Е, В/м | Напряженность  магнитного поля на рабочем месте  оператора Н, 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 | |
| Направленность 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 источника электромагнитных излучений в быту и на производстве ?
6. Перечислите основные заболевания, вызванные действием электромагнитных излучений?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.:

Высшая школа, 2009 – 325 с.

## 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.

|  |
| --- |
| Нормальный режим работы |
| Меры защиты от прямого прикосновения применяют при *U* > 25 В переменного тока,  *U* > 60 В постоянного тока в помещениях без повышенной опасности) |

* основная изоляция токоведущих частей;
* ограждения и оболочки;
* установка барьеров;
* размещение вне зоны досягаемости;
* сверхнизкое (малое) напряжение;
* устройства защитного отключения с

Технические способы номинальным отключающим дифферени средства циальным током не более 30 А обеспечения электробезопасности Для защиты от поражения током в случае повреждения изоляции

Меры защиты при косвенном прикосновении

(применяют при *U* > 50 В переменного тока,

*U* > 120 В постоянного тока)

|  |
| --- |
| * защитное заземление; * автоматическое отключение питания; * уравнивание потенциалов; * выравнивание потенциалов; * двойная или усиленная изоляция; - сверхнизкое (малое) напряжение; * защитное электрическое разделение сетей; - изолирующие (непроводящие) помещения, зоны, площадки |

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 занулениея 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

*U*

*I* = , (6.1)

*Rç*

где *U* – напряжение, В; *Rз* – сопротивление заземлителя, Ом.

220

*I* =  = 7,3À.

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)):

*U* 220

*Im* = = =11À.

*Rç* 20

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 сработает.

*N* =*Uf* *Im* = 22011= 2420 ÂÀ.

**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?

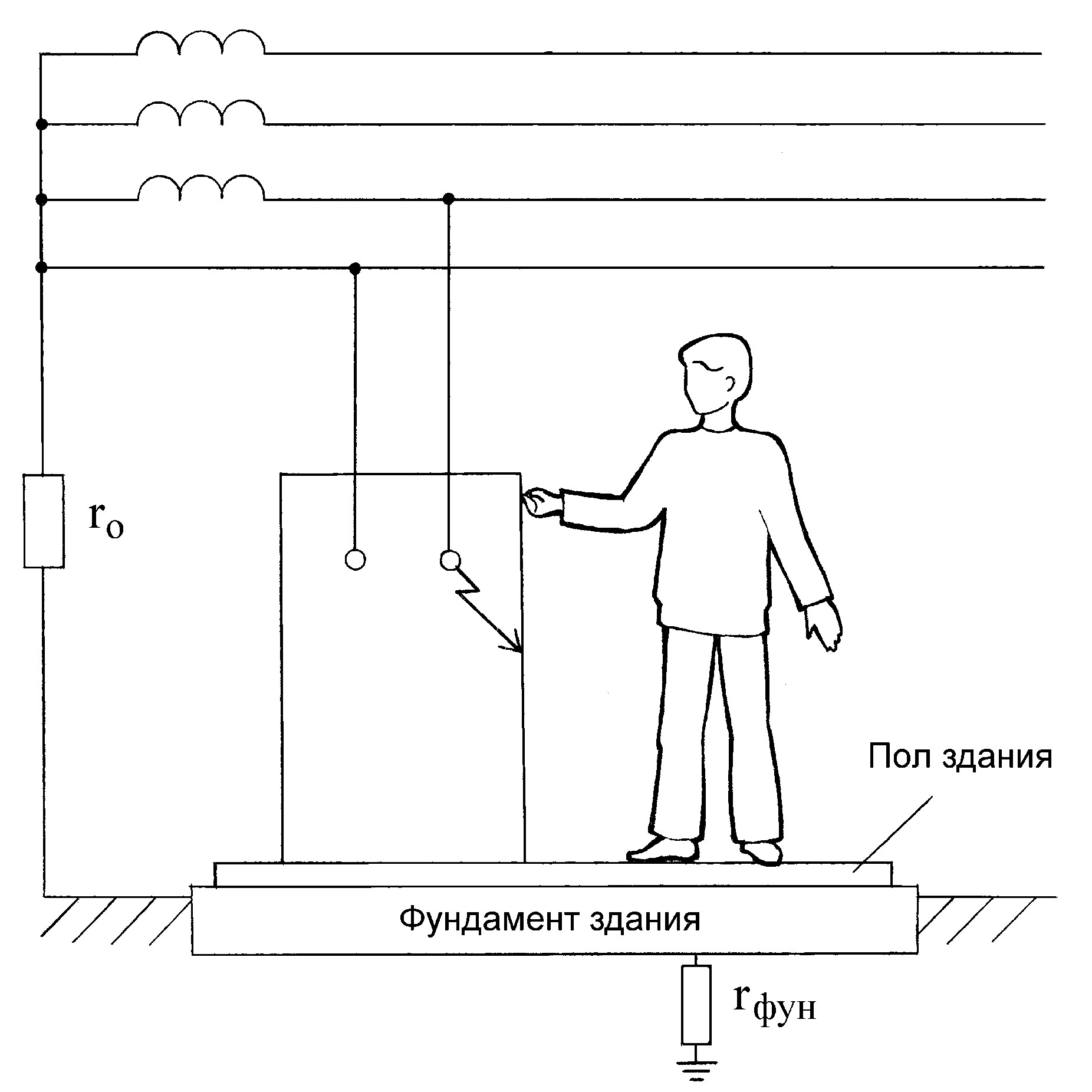


Рисунок 6.2 – Схема для анализа: *ro* – сопротивление заземления нейтрали; *rб*– сопротивление ботинок; *rп* – сопротивление полу между подошвами ботинок и заземленными конструкциями здания; *rфун* – сопротивление растеканию тока с фундамента здания; *Rh* – Сопротивление тела человека

*Решение:*

Расчетная эквивалентная схема представлена на рисунке 6.15

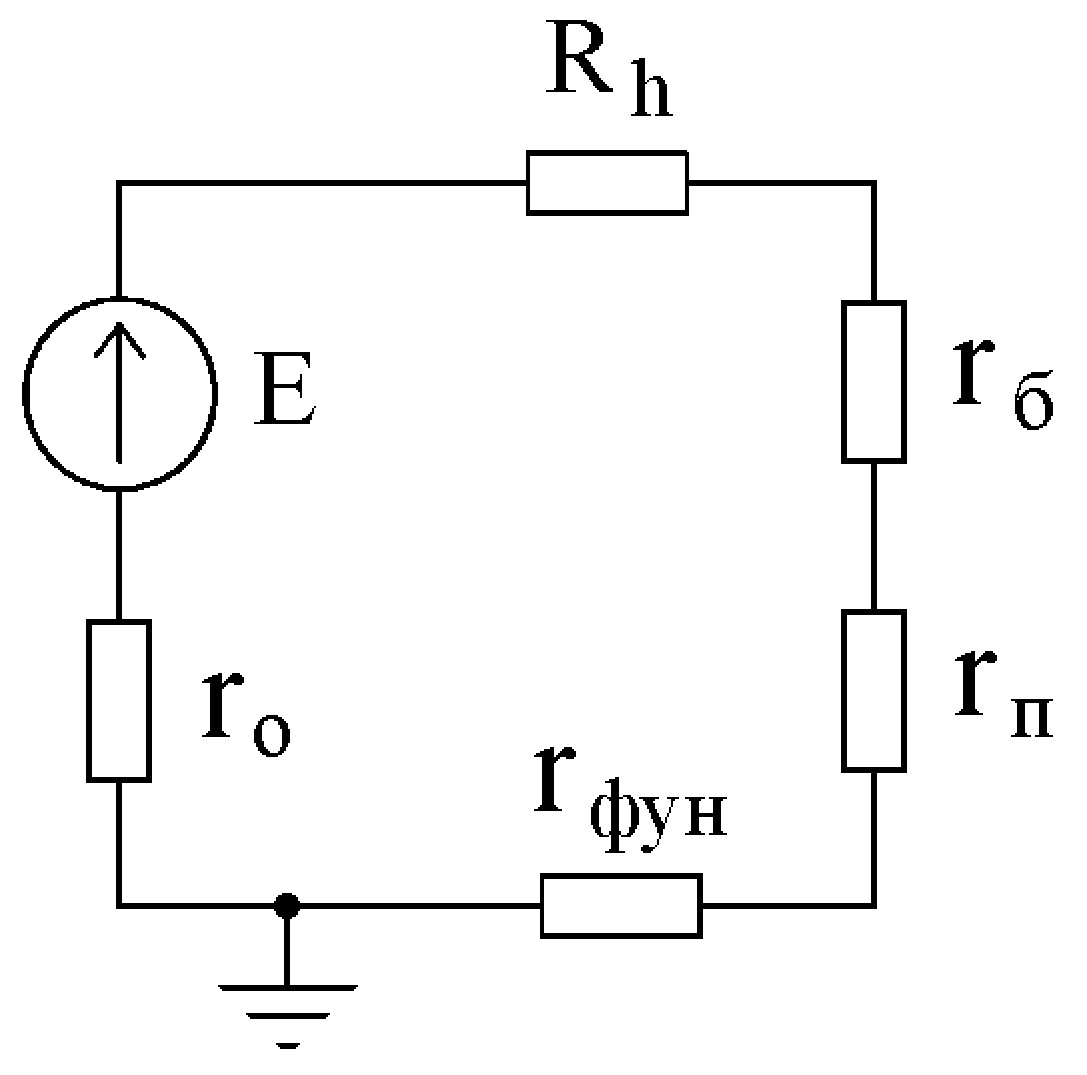


Рисунок 6.15 – Расчетная эквивалентная схема

Принимаем *ro* = 3,7 Ом, *rб*, = 100 Ом, *rп* (мокрый) = 500 Ом, *rп* (сухой) = 100000 Ом, *rфун* = 30 Ом, *Rh* (мокрый) = 800 Ом, *Rh* (сухой) = 6500 Ом.

Ток через тело человека определен по формуле:

*Uô*

*Ih* = , (6.2)

*Rh* + *rá* + *rôóí* + *rï* + *rî*

где *Rh* – сопротивление человека, Ом; *rб* – сопротивление ботинок, Ом; *rфун* – сопротивление фундамента, Ом; *rп* – сопротивление пола, Ом; *rо* – сопротивление заземления, Ом. Расчет для пола сухого

220

*Ih* = = 0,002 À .

6500+100+30+100000+3,7 Расчет для пола мокрого

220

*Ih* = = 0,15 À . 800+100+30+500+3,7

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

*Unp* = *Ih* *Rh* . (6.3)

Пол мокрый

*Unp* = 0,15800 =122,76 Â.

Пол сухой

*Unp* = 0,0026500 =13Â.

**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 ro – 8,5 Ом.

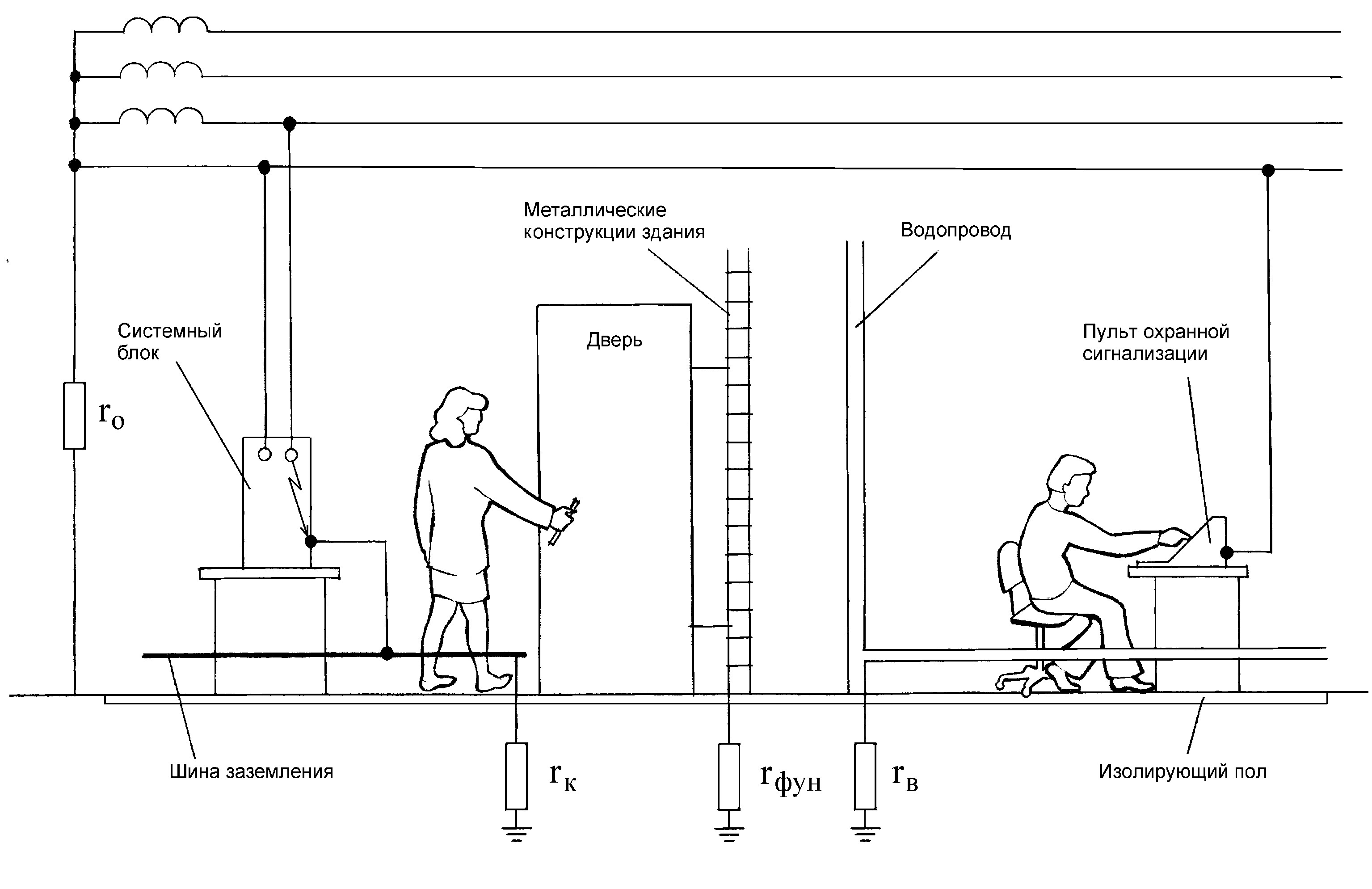


Рисунок 6.4 – Схема для анализа: *rк* – сопротивление заземления корпусов вычислительного оборудования; *rфун* – сопротивление растеканию тока в земле фундамента здания; *rв* – сопротивление растеканию тока в земле системы водопровода; *Rh*1 – сопротивление тела сотрудницы банка; *Rh*2 – сопротивление тела сотрудника охраны

*Решение:*

Расчетная эквивалентная схема представлена на рисунке 6.17

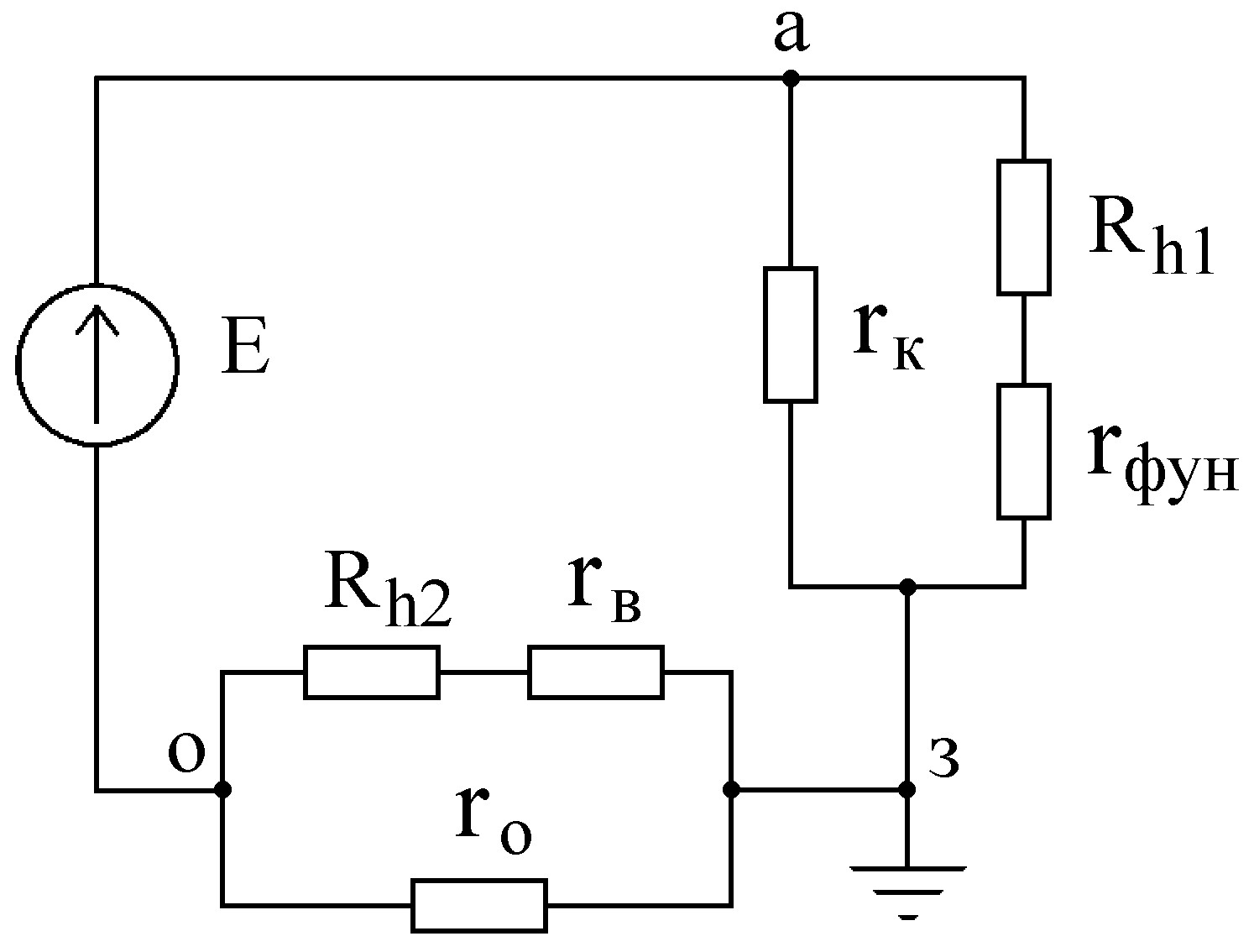


Рисунок 6.3 – Расчетная эквивалентная схема

Принимаем *ro* = 8,5 Ом, *rк*, = 3,8 Ом, *rв* = 20 Ом, *Rh*1 = 1000 Ом, *Rh*2 = 800 Ом, *rфун* = 63 Ом.

Для оценки опасности следует определить напряжения между точками а и з – *Uàç* и точками о и з – *Uî ç* . Сопротивления цепочек *Rh*1, *rô óí* и *Rh*12, *râ* намного больше сопротивлений *rк* и *rо* , соответственно, по этому при определении *Uàç* и *Uî ç* их влиянием можно пренебречь. При таком допущении величина тока замыкания на землю *Iç* определяется по формуле:

*E*

*Iç* = , (6.4) *ro* + *rê*

где *E* – фазное напряжение сети.

220 (6.6)

*Iç* = =17,9 À.

8,5+3,8

Напряжения *Uàç* и *Uî ç* определяют по формулам:

*Uàç* = *Içrê* , *Uî ç* = *IçRî* ;

*Uàç* =17,93,8=68,02 Â; (6.7)

*Uî ç* =17,98,5=152,15 Â.

Определяют значения токов через сотрудников банка:

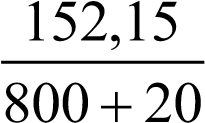
*Uàç Uî ç* ; (6.8)

*Ih*1 =, *Ih*2 =

*Rh*1 + *rô óí Rh*2 + *râ*

68,02

*Ih*1 == 0,064 À;

1000+ 63

*Ih*2 == 0,186 À.

Напряжения прикосновения составят:

*Uï ð*1 = *Ih*1*Rh*1;

*Uï ð*2 = *Ih*2*Rh*2.

(6.9)

*Uï ð*1 = 0,0641000 = 64 À;

*Uï ð*2 = 0,186800 =148,8 À.

##### 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 *=* 5Ом. 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 | *ro*, Ом | *rб*, Ом | *rп*, Ом | | *rфун*, Ом | *Rh*, 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 | *rк*, Ом | *rфун*, Ом | *rв*, Ом | *Rh*1, Ом | *Rh*2, 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 труба 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?

1. Сопротивление заземляющих устройств контролируют один год летом, а другой – зимой. Почему?
2. Как проверить сопротивление изоляции 200 м провода?
3. Устройства непрерывного контроля сопротивления изоляции. На чем основан их принцип действия и где они применяются?
4. При контроле сопротивления изоляции однофазной осветительной сети с помощью мегомметра его показания составили 470 кОм. Пригодна ли эта сеть к эксплуатации?
5. 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?
6. 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?
7. 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?
8. Как проверить сопротивление искусственного заземляющего устройства?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.:

Высшая школа, 2009 – 325 с.

## 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.

1. После появления зеленого свечения под левой ключицей нанести кулаком удар по грудине.
2. После удара у робота должен появиться пульс на сонной артерии и «сужение» зрачков (сужение зеленым светом), длящиеся в течении 40-60 секунд.
3. Во время правильного проведения вдоха искусственной вентиляции легких, приподнимается грудная клетка робота, и под кожей загорается голубой индикатор.
4. При каждом правильном надавливании непрямого массажа сердца под кожей робота загорается оранжевый индикатор.

**Оказание первой**

**помощи**

**Организационные**

**мероприятия**

Освобождение от действия

электрического тока

Вызов врача скорой

медицинской помощи

Оценка состояния пострадавшего

Сообщение

руководителю

Удаление из помещения

посторонних людей

Сохранение обстановки

в неприкосновенности

Расследование

несчастного случая на

производстве

ЭЛЕКТРОТРАВМА НА ПРОИЗВОДСТВЕ

пульс

дыхани

е

сознан

ие

зрачо

к

Цвет

кожи

Доставка аптечки

первой медицинской

помощи

отсутствует

отсу

тствует

отсутствует

расширенн

ый

синюшный

Клиническая смерть

Проведение искусственного дыхания и

непрямого массажа

сердца

Оживление или биологическая смерть

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 ток а 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 правильно е запрокидывание головы тренажера (при угле запрокидывания 15 – 20 градусов включается зеленый сигнал «Правильно е 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 усилии (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 *Н* (м), толщину слоя жидкости принимают равной *h=*

*=Н-*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 *Dnop,* мг \* мин/л.

Глубины зон заражения первичным *Г1* (км) и вторичным Г2 (км) облаками определяется по таблице. 7.1 в зависимости от скорости ветра wB (м/с) и эквивалентного количества опасного химического вещества (ОХВ) *Qэ* (т).

Полная глубина зоны заражения определяют по формулам:

*Гзар* = *Г*1 + 0,5*Г*2 ,*если Г*1  *Г*2 ;

*Гзар* = 

*Гзар* = *Г*2 + 0,5*Г*1,*если Г*1  *Г*2. (12.1)

Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс *Гпред*

|  |  |
| --- | --- |
| (км) рассчитывают по формуле |  |
| *Гпред = N\*V,* | (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

*Г* = min{*Гзар,,Гпред*}.

Площадь зоны фактического заражения ОХВ (Гф, км2), находящейся внутри зоны возможного заражения, рассчитывают поформуле

*Sф* = *К*8\* *Г*2 \**N*0.2 (12.3)

где *Г* – глубина зоны заражения, км;

*N* – время с момента аварии, ч;

*К8* – 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 *Qэ,* под которым понимается такое количество **хлора** масштаб заражения которым при инверсии равен масштабу зараженияпри 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 (*Qэ1*, т) определяют по формуле

*Qэ1 = К1 \* К3 \* К5 \* К7 \* Q*, (12.4)

где *К1* – коэффициент, зависящий от условий хранения ОХВ (таблица 11.2);  *К3* – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого ОХВ (таблица 7.2);

*К5* – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости атмосферы (СВУА): для инверсии – 1, для изотермии – 0,23, для конвекции –

0,8;

*К7* – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха

(таблица 7.2);

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

Эквивалентное количество вещества *Qэ2* (т) во вторичном облаке находят по формуле

*Qэ2 = (1 - К1) \* К2\* К3 \* К4 \* К5 \* К6 \* К7 \* (Q/hd),* (12.5)

где *К2* – коэффициент, зависящий от физико – химических свойств ОХВ

(таблица 12.2);

*К4* – коэффициент, учитывающий скорость ветра (таблица 7.2);

*К6* – коэффициент, зависящий от времени N, прошедшего после начала аварии.

Его значение определяют в соответствии с зависимостями:

*N* 0,8 *при N**Nи*; (12.6)

 0,8

*К*6 =*Nи приN**Nи*;

 1*приNи*1*ч*,

где *N* – время, прошедшее после аварии, ч; *Nи* – время испарения ОХВ, ч.

Время испарения определяют по формуле

*h*\**d* (11.7)

*Nи*=,

*К*2\* *К*4\* *К*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*=*Pг*\**Sг*+*Рзз*\**Sзз*, (12.8)

где *Рг* и *Рзз* – плотность населения соответственно в городе и загородной зоне, чел./км2;

*Sг* и *Sзз* – площади территории в городе и загородной зоне, приземный слой воздуха которых подвергся заражению, км2.

Численность пораженного населения определяется его защищенностью в соответствии с формулами:

*Nп*= *N* \**n Pi*\*(1−*Кзащ i*);

*i*=1 (12.9)

*Nп* = *N* \*(1− *Кзащср*),

где *Nn* –количество пораженного населения, человек ;

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

*Рi* – доля населения, защищаемая от действия ОХВ i–м способом;

*Кзащ i* –коэффициент защиты укрытия i–го способа;

*Кзащ ср* – 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 *Гсм* = 0,3\**Г*; глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени

тяжести, составляет *Гт* и ср = 0,5\**Г*; глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени,

составляет *Глег* = 0,7\* *Г*.

Время подхода облака ОХВ к заданному объекту *τподх* (ч) зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле

*Х* (12.10)

*подх* = ,

*U*

где *Х* –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

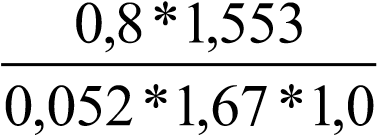
**Задача 1.** На водоочистной станции в 8 часов утра произошла авария, связанная с разрушением емкости, содержавшей Q0  = 10 т хлора, хранящегося изотермически. Емкость с хлором размещалась на поддоне с высотой стенок *Н* = 1,0 м. При прогнозировании последствий аварии принять следующие метеоусловия: инверсия, скорость ветра 3 м/с, температура воздуха *tB* = +20°С. Плотность населения в полумиллионном городе *Ртр* = 2500 чел./км2. Население об аварии не оповещено. Определить глубину распространения зараженного ОХВ воздуха через *τ* = 2 часа после аварии и структуру пораженного населения.

*Решение:*

1. Принимаем глубину слоя разлившегося хлора, равной

*h* = *Н* –0,2 = 1,0 – 0,2 = 0,8 (м) и ρж = 1,553 (т/м3).

Определим время испарения *Nи*(формула 12.7)

*Nи*==14,4 *ч.*

1. Эквивалентное количество ОХВ в первичном облаке *Qэ1*

определяем по формуле (12.4) с использованием данных таблицы 7.2 *Qэ1 =* 0,18 \* 1,0 \* 1,0 \* 1,0 \* 10 = 1,8 т.

1. Эквивалентное количество ОХВ во вторичном облаке *Qэ2* определяем по формуле 12.5 с использованием данных таблицы 7.2

*Qэ2 =* (1 – 0,18)\*0,052 \* 1,0 \* 1,67 \* 1,0 \* 20,8 \* 1,0 \* 10/(0,8 \* 1,553) ≈1т. Здесь коэффициент *К6* принят равным *К6* = *N*0,8 = 20,8, так как *N < Nи.*

1. Глубины зон заражения первичным *Г1* и вторичным *Г2* облаками определим пo таблице 12.1, в зависимости от скорости ветра 3 м/с и соответствующего эквивалентного количества ОХВ путем интерполяции.

Для первичного облака: *Qэ1 =* 1,8 т, интерполируя по данным таблицы

12.1, получим *Г1* = 2,9 км.

Для вторичного облака: *Qэ2*= 1 по таблице 12.2, получаем *Г2* = 2,17 км.

Полная глубина зоны заражения *Гзар* по формуле 12.1 равна *Гзар* = 2,9 + 0,5\*2,17 = 4 км.

1. Предельно возможное значение глубины переноса воздушных масс *Гпред*при скорости переноса *U* = 16 км/ч (таблица 12.3, инверсия, скорость ветра 3 м/с) по формуле 7.2 равно

*Гпред*= 16 \* 2 = 32 км.

За истинную глубину зоны заражения принимаем величину

*Г* = min {*Гзар, Гпред*}, т. е. *Г* = min {4 км; 32 км} = 4 км.

1. Площадь зоны фактического заражения *Sзар* находим по формуле

12.3

*Sзар*= 0,081 \* 42 \* *20,2* = 1,49 км2.

5. Количество людей, попавших в зону фактического заражения, N определяем по формуле (12.8)

*N* = 2500\*1,49 = 3700 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 *Кзащ* = 0,22 \* 0,38 + 0,5 \* 0,09 + 0,28 \* 0 = 0,13.

Далее по формуле 12.9 определим число пораженных *Nnop* = 3700 \* (1 – 0,13) ≈ 3220 чел.

Согласно таблице 12.5 можно ожидать следующее распределение пострадавшего населения по степеням тяжести поражения ОХВ:

смертельные поражения

*Nсм* =0,1*\*N=* 0,1 \* 3220 ≈ 320 чел;

поражения тяжелой и средней степени тяжести

*N* т и ср. = 0,2 \**N=* 0,15 • 3220 ≈485 чел;

легкие поражения

*Nлег* = 0,27\* *N* = 0,2 \* 3220 ≈ 645 чел;

пороговые поражения

*Nnop* = 0,55\**N*= 0,55 \* 3220 ≈ 1770 чел.

Для определения пространственного распределения зон заражения с разной степенью поражения людей приближенно можно принять:

глубина зоны, где могут быть смертельные поражения

*Гсм* = 0,3\**Г* = 0,3\*4=1,2 км;

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже средней степени тяжести

*Гт и ср*. = 0,5\*4 = 2 км;

глубина зоны, где могут быть поражения не ниже легкой степени

*Глег* = 0,7 \* 4 = 2,8 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.

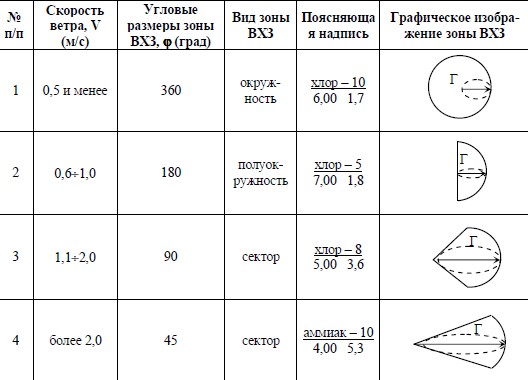


Рисунок 12.1 – Нанесение зон химического заражения на карту

##### 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 оС, 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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Мастрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / Б. С. Мастрюков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 334 с.
2. РД 52.04.253–90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте».- Санкт-Петербург: Изд-во Штаба ГО СССР, 2000. – 36 с.

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/м3 | | Ткип, оС | D пор, мг\*мин/л | К1 | К2 | К3 | К7 при различных температурах воздуха, оС | | | | |
| 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,//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 атмосфер | ы |
| 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



Таблица 12.6 – Среднесуточное распределение городского населения по месту его пребывания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время суток, ч | | Место нахождения, % | | | | | | | |
| Жилые здания и  здания культурно– бытового назначения | Произв. здания | 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 | Более 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  х  ъранения | Скорость  ветра, м/с | Состояние  погоды | Время суток | Температура  воздуха,  о  С | Расстояние до  объекта эном.  км км | Обеспечен- ность СИЗ,  % | | Числен- ность, тыс.чел | |
| раб  о    чих | жите  лей | рабо    чих | жите  лей |
| 1 | NH3 | 500 | нет | 1 | 3 | полу-  ясно | ночь | 0 | 8 | 70 | 20 | 0,08 | 300 |
| 2 | NH3 | 100 | 3,5 | 2 | 5 | пасму  рно | день | 20 | 2 | 90 | 40 | 0,04 | 500 |
| 3 | CL2 | 100 | 3,0 | 2 | 1,8 | ясно | утро | 0 | 0,5 | 60 | 30 | 0,05 | 1000 |
| 4 | CL2 | 1000 | нет | 1 | 4,2 | ясно | день | 20 | 3 | 80 | 20 | 0,1 | 2000 |
| 5 | NH3 | 70 | 3,0 | 2 | 5 | полу-  ясно | день | 20 | 7 | 70 | 10 | 0,06 | 400 |
| 6 | NH3 | 1000 | 3,5 | 2 | 3 | ясно | день | 20 | 0,4 | 70 | 20 | 0,12 | 1000 |
| 7 | NH3 | 75 | нет | 1 | 0,6 | ясно | ночь | 0 | 3 | 40 | 0 | 0,04 | 1600 |
| 8 | CL2 | 500 | нет | 1 | 2 | полу-  ясно | день | 0 | 1 | 50 | 20 | 0,1 | 900 |
| 9 | CL2 | 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 | CS2 | 60 | 1,5 | 3 | 2,0 | ясно | вечер | 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 превращениям, 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 вещества в единице объема к массе вещества в этом объеме.

*dE* (13.1)

*Дпогл* = , *dm*

где *Е* – 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.

1Гр = 1 Дж/кг. На практике применяется также **внесистемная единица** 1 рад = 100 эрг/г =1 10 -2 Дж/кг = 0,01 Гр.

Поглощенная доза излучения зависит от свойств излучения и поглощающей среды. Для заряженных частиц (α, β-протонов) небольших энергий, быстрых нейтронов и некоторых другихизлучений, 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 излучении по их воздействию на среду.

До последнего времени в качестве характеристики рентгеновского и γ*-*излучений по эффекту ионизации используют так называемую **экспозиционную дозу**.

Экспозиционная дозавыражает 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.

*dQ* (13.2)

*Дэксп* = , *dm*

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 атмосферною 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 (1см3 воздуха при нормальных условиях) образуются ионы несущие заряд в одну электростатическую единицу количества электричества каждого знака или 1Р = 2,58 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 (*КРР*), который показывает опасность облучения для отдельных органов человека

*Дэкв*= *Дпогл*\**КРР*, (13.3)

где *Дпогл* – поглощенная доза облучения, Гр;

*КРР* – 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 Н+ и ОН–, 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 (ослабевает 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 лозу. 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 проходит | обычно |
| I | 100...200 | Легкая степень лучевой болезни |  |
| II | 200... 400 | *Средняя степень лучевой болезни* |  |
| 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 радиоизотопам 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 (1зВ ≈ 100 р≈ 100рад, 1 мЗв ≈ 100 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 I 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 в коже\*\* в кистях и стопах | 150  500  500 | 15  50  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;

Многократное облучение в течение месяца – не более 100 р; Многократное облучение в течение трех месяцев не более – 200р; Многократное облучение в течение года не более – 300р.

Поглощающие свойства материалов характеризуются толщиной слоя половинного ослабления, при прохождении которого мощность дозы *Рнар* уменьшается в 2 раза, т. е. коэффициентом ослабления *Косл*.

*h* (13.4)

*Косл* = 2*d* ,

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 (зталонный 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

*n* (13.5)

*Косл* = *К*1 \* *К*2 \*...\* *Кn*, 1

где К1, К2,…, Кn – толщина каждого из п слоев различных материалов.

**Защитные свойства убежища по радиоактивному заражению** (коэффициент ослабления *Косл*) зависят от толщины и плотности материала, использованного при строительстве, а также от уровня радиации (мощности дозы ионизирующего излучения) за пределами ЗС, т. е. снаружи *Рнар*

##### 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*дерева –18,5 см, *d*грунта – 8,1см).

**Задание 2.** Определить суммарный коэффициент ослабления от радиоактивного излучения, если толщина перекрытий убежища составляет 40 см (кирпич) (*d* кирпича 8,1 см) и бетон 30 см (*d*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/см3 | 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



**Задание 4.** Решить обратную задачу для своего варианта – при заданной радиационной обстановке снаружи ЗС *Рнар*, известной допустимой величине *Рвн..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 | | | | | | *Рнар*  Косл=  *Рвн*.*ср* | 2\*= *h*  2*d* | h,  см |
| Номер варианта | Материал по  таблице  5.1 | Номер варианта | Рнар, Р/ч | Номер варианта | Рнар =  Рвн.ср\*Косл, 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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Мастрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / Б. С. Мастрюков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 334 с.

**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**](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%9E%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B%20%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80%D0%B0/) **(**ОФП).

К ОФП относят повышенную температуру, задымление, изменение состава газовой среды, [пламя,](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D1%8F/) искры, токсичные продукты [горения](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%93%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/) и термического разложения, пониженная концентрация кислорода. Величины параметров ОФП принято рассматривать прежде всего с точки зрения их вреда для [здоровья](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%97%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8C%D0%B5/) и опасности для жизни человека при [пожаре.](http://slovari.yandex.ru/%7E%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%9F%D0%BE%D0%B6%D0%B0%D1%80/)

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 *τр* из зданий и сооружений в целом равно или меньше необходимого (безопасного) времени эвакуации *τн*,

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 (*tKTP* ), по потере видимости (*tKÏ P*.*B* ), по пониженному содержанию кислорода (*tKOP*2 ), по

каждому из токсичных газообразных продуктов горения (*tÊTÐ*.*Ã* ).

*áë* = min*tKTP*, *tKÏP*.*B*, *tKOP*2, *tÊÐT*.*Ã* . (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 °C; 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 (СО2 –

0,11 кг·м-3; СО – 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 *QВ* не должна превышать10-6 год-1.

Вероятность возникновения пожара в здании (*QВ*) вычисляют для

людей в каждом здании (помещении) по формуле:

*Qâ* =*Qn* (1− *Pý* )(1− *Ðn*.*ç* ), (14.2)

где *Qâ* – вероятность возникновения пожара в здании в год; *Ðý* – вероятность эвакуации людей; *Ðï* .*ç* – вероятность эффективной работы технических средств противопожарной защиты.

Вероятность эвакуации людей *Ðý* вычисляют по формуле:

*Ðý* = −1 (1− *Ðý*.*ï* . )(1− *Ðä*.*â*. ), (14.3)

где *Ðý*.*ï* . – вероятность эвакуации по путям эвакуации; *Ðä*.*â* – вероятность эвакуации по наружным эвакуационным лестницам, переходам в смежные секции здания.

Вероятность эвакуации по путям эвакуации *Ðý*.*ï* . вычисляют по формуле:

*áë* −*tð*

 , åñëè *tð* *áë* (*tð* +*í* .*ý*.)

*í* .*ý*.





*Ðýï* = 0,999, åñëè (*tð* + *í* .*ý*.) *áë*; (14.4)



0, åñëè *tð* *áë*,



где *τбл* – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения, мин. Определяется в зависимости от типа здания по таблицам 5.1 и 5.2; *tр* – расчетное время эвакуации людей, мин; *tн.э* – интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей, мин.

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 объема помещения

|  |  |
| --- | --- |
| Категория производства | Время эвакуации мин из производственных зданий I II III степени огнестойкости |
| А, 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:

*n*

*tp* = *ti* , (14.5)

*i*=1

где *ti*– 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:

*Li* , (14.6)

*ti* =

*Vi*

где *Li* – длина участка эвакуационного пути, м. В помещении наибольшая длина участка пути – его диагональ; *Vi* – скорость движения людского потока по горизонтальному пути на первом участке, м/мин.

Скорость движения по горизонтальному пути определяется в зависимости от плотности людского потока (*Di*) 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 *Vi*, 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 (D1) на первом участке вычисляется по формуле:

*N*  *f*

*Di* = , (14.7)

*Li* *i*

где *N* – количество эвакуируемых, чел.; *f* – средняя площадь горизонтальной проекции человека (*f* = 0,1 м2); *δi* – ширина *i-гo* участка эвакуационного пути, м.

Время прохождения дверного проема приближенно рассчитывают по формуле:

*N*

*tÄ*.*Ï* . = , (14.8)

*Ä*.*Ï* . *qÄ*.*Ï* .

где *δД.П*. – ширина дверного проема, м; *qД****.****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 *QВ* 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 (*δД.П*.) из рабочего помещения – 1,4 м;
* ширина дверей (*δД.П*.) из здания – 1,8 м;
* коридоры: суммарная длина (*Lк*) – 40 м; ширина (*δк*) – 3 м;
* лестницы: суммарная длина (*Lл*) – 10 м; ширина (*δл*) – 2 м;
* вероятность эвакуации по наружным путям, *РД.В*. –0,5;
* вероятность пожара в здании в год, *Qп* – 10-3;
* вероятность эффективной работы технических решений

противопожарной защиты, *РП.З.* – 0,99;

* интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации

людей *tн.э*. – 2,2 мин*.*

*Решение*:

Разобьем путь эвакуации из здания на участки: коридоры *tк*; лестницы вниз *tл*; двери из здания *tдп*1; двери из рабочего помещения *tдп*2

и определим время движения на каждом участке:

Для коридоров:

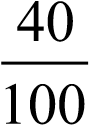
*Vk* определяем по таблице 5.3 исходя из значения *D*:

*N*  *f* 500,1 5

*D* = = =  0,0416  0,04.

*Lk* *k* 403 120

*Vk* =100 м/мин.

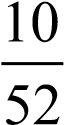
*tk* == 0,4 мин.

Для лестниц:

*N*  *f* 500,1 50

*D* = = =  0,25  0,3.

*Lë* *ë* 102 20

*Vë* =52 м/мин. *të* = 0,2 мин.

Для дверей из здания время прохождения определяем как:

*N* 50 50

*tÄ*.*Ï* .1 = = = = 0,463 мин.

*Ä*.*Ï* . *qÄ*.*Ï* . 1,860 108

Для дверей из помещения время прохождения определяем как:

*N* 50 50

*tÄ*.*Ï* 2 = = = = 0,714 мин.

*Ä*.*Ï* . *qÄ*.*Ï* . 1,450 70

Время эвакуации получаем как сумму:

*n*

*tp* =*ti* ;

*i*=1

*tp* =*tk* +*të* +*tÄ*.*Ï* .1 +*tÄ*.*Ï* .2 =

= + +0,3 0,4 0,463+0,714=1,877 мин. 1,9 мин,

т. к. выполняется условие:

*t* *áë* ;

1,9 4 мин и *áë* *tp* +*í* .*ý*. ;

4 +1,9 22;

4 4,1;

*táë* −*tp* 4−1,9 2,1

*Pý*.*ï* = = = = 0,95 ; *tí* .*ý*. 2,2 2,2

*Pý*. = −1 (1− *Pýï* . )(1− *Pï ç*. ) = −1 (1−0,95)(1−0,5) = −1 0,050,5=0,975;

*QÂ* =*Qn* (1− *Pý* )(1− *Ðn*.*ç* ) =10−3 (1−0,975)(1−0,99) =

=10−3 0,0250,01= 2,510−7;

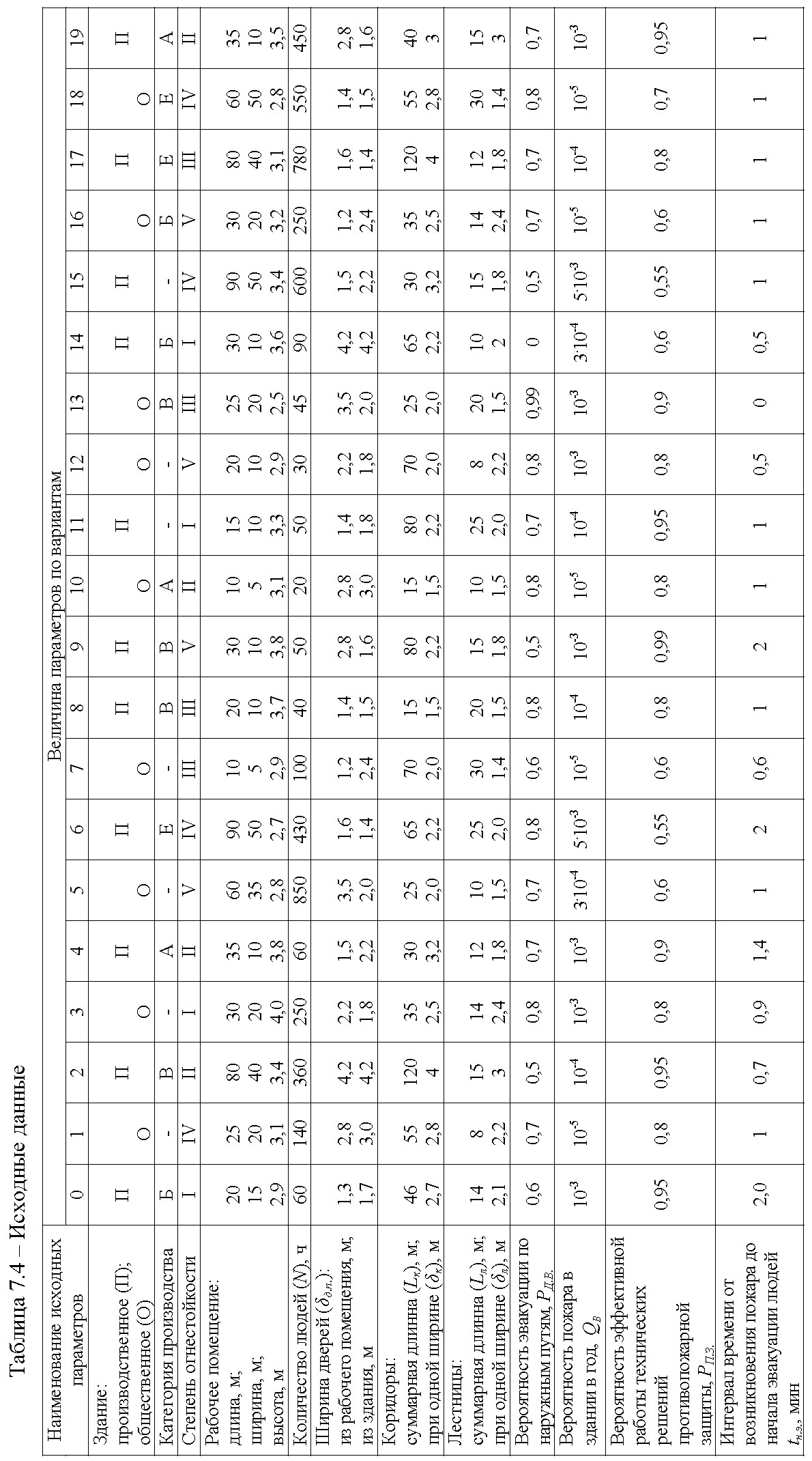
2,510−7 10−6.

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.



**Рабочее**

**помещение**

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?

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Мастрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / Б. С. Мастрюков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 334 с.
2. Приказ МЧС России №404 от 10 июля 2009 г. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах. – М.: МЧС России, 2010. – 39 с.

## 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

*р ni*

*Кб* =,

*Ni*

где Кб − коэффициент безопасности оборудования цеха; ni − число выполняемых требований безопасности; Nf−общее число нормативных требований; р−число видов оборудования в цехе (на участке).

Аналогичные показатели применяются для оценки безопасности производственных процессов, обеспеченности средствами индивидуальной защиты.

##### Важнейшими критериями состояния охраны трудаявляются

статистические показатели травматизма, Кч, Кт и Кл..

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 Д1 = 10, Д2 = 43. Среднесписочное число работников в этом году – 1950. Рассчитать статистические показатели травматизма *Решение*:

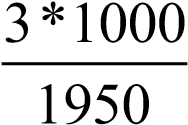
Коэффициент частоты травматизма определяется по формуле:

*N* \*1000 (15.1) *Кч* = ,

*C*

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.

*Кч* =  =1,5

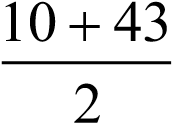
Коэффициент тяжести травматизма

*Д* (15.2)

*Кт* = ,

*C*

где Д − число дней нетрудоспособности, вызванной несчастными случаями, по которым закончилась временная нетрудоспособность.

*Кт* == 26,5

Коэффициент нетрудоспособности определен по формуле

*Кн*=*Кч*\**Кт*=1,5\*26,5 = 39,8 (15.3)

Коэффициент летальности рассчитан по формуле

*Л* \*10000 (15.4) *Кл* = ,

*C*

где Л − число несчастных случаев с летальным исходом.

1\*10000

*Кл* = = 5,1

1950

**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

*N* (15.5)

*Кч* = ,

*N* \*

где N − число наступивших несчастных случаев;

N\* − реперное число несчастных случаев за тот же период времени.

Определяем общее количество часов работы

Т = (950 \* 300 \* 8) – (30000 \* 8) = 2040000 ч.

Реперное число несчастных случаев за расчетный период времени составит

N\* = 10-6 \* 2040000 = 2,04 нс.

Коэффициент частоты

Кч = 100/2,04 = 49,02

**Показатель тяжести несчастных случаев** (коэффициент

нетрудоспособности) определен по формуле

*Д* (15.6)

*Кн* = , *Д* \*

где Д − число всех дней нетрудоспособности. Один летальный исход приравнивают к 6000 - 7500 дням потери работоспособности; Д\* − реперное число дней нетрудоспособности.

*Д*\*=*T* \**T* (15.7)

где βT - 10-3 дн/ч.

Д\* = 10-3\* (950 \* 300 \* 8 - 30000 \* 8) = 2040дней.

При условии отсутствия несчастного случая с летальным исходом

Кн = 3000/2040 = 1,47

При условии наличия несчастного случая со смертельным исходом Кн = (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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | 2009 | | 2010 | | 2011 | | 2012 | | 2013 | |
| кол  -во  НС | колво  дней  нетру досп. | колво  НС | колво  дней  нетру досп. | кол  -во  НС | колво  дней  нетру досп. | колво  НС | колво  дней  нетру досп. | колво  НС | колво  дней  нетру досп. |
| 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 |
| смерт  исх | 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 | 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 |
| 15 |
| 9 | 3 | 2 | 2 | 20 | 3 | 20 | 3 | 10 | 2 | 20 |
| 3 | 30 | 25 | инвал  исх | 10 |
| 5 | 10 | 2 |

Таблица 15.3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  варианта | Среднесписочное число работающих по годам | | | | |
| 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 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

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Мастрюков, Б. С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебник для вузов / Б. С. Мастрюков. - 5-е изд., стер. - М. : Академия, 2008. - 334 с.

## 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 производств ом |
| Обычный | Групповой | Тяжелый | Смертель ный |
| 1. Пожилой грузчик магазина начал разгружать поддоны с хлебом из привезшей их аввтомашины. 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 транспортерак. 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.

##### 5. Рекомендуемая литература и Интернет-ресурсы

1. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов. Изд. 4–е /С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др./Под общ. ред. С.В. Белова.- М.: Высшая школа, 2009 – 325 с.
2. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 02.04.2014) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.04.2014) // [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/) дата обращ.10.04.2014.
3. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 24 октября 2002 г. N 73 Об утверждении форм документов, необходимых для расследования и учета несчастных случаев на производстве, и Положения об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях // Российская газета 01.01 2003 г.
4. Положение об особенностях расследования несчастных случаев на производстве в отдельных отраслях и организациях. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003 – 56 с.
5. http://www.tehdoc.ru/ - Интернет-проект Техдок.ру - Форум специалистов по охране труда.
6. http://novtex.ru/bjd/ - Журнал "Безопасность жизнедеятельности".
7. http://www.complexdoc.ru/ - База нормативных документов и технических стандартов.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Форма Н-1

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)

1. 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)

1. Лица, проводившие расследование несчастного случая:

(фамилии, инициалы, должности и место работы)

1. 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)

1. 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)

Обучение по охране труда по профессии или виду работы, при выполнении которой произошел

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)

1. Причины несчастного случая

(указать основную и сопутствующие причины

несчастного случая со ссылками на нарушенные требования законодательных и иных

нормативных правовых актов, локальных нормативных актов)

1. 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)

1. Мероприятия по устранению причин несчастного случая, сроки

Подписи лиц, проводивших

расследование несчастного случая

(подписи) (фамилии, инициалы)

(дата)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

по организации самостоятельной работы

по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности»

для студентов направления 38.03.02 «Менеджмент»

Ставрополь

2021

#### 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:

* 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;

* подготовка к тестированию по основным разделам курса;
* выполнение доклада по темам 1-9 дисциплины;

В данных методических указаниях представлены рекомендации по организации самостоятельной работы по данным направлениям.

#### Содержание

##### 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** **Ошибка!**

**Закладка не определена.**

**Методические рекомендации по изучению теоретического материала** 6

**Подготовка доклада** 32

Список рекомендуемой литературы 37

**Общая характеристика самостоятельной работы студента при**

##### изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»

При изучении курса предусмотрены следующие виды самостоятельной работы:

1. Самостоятельной изучение материала по темам дисциплины (в соответствии с рабочей программой);
2. Подготовка к практическим занятиям;
3. Подготовка доклада

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 - cпособен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.

##### План-график выполнения самостоятельной работы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коды реалезуемых копетенций | Вид деятельности  студентов | Итоговый продукт  самостоятельной работы | Средства и технологии  оценки | Обьем часов, в том числе  (астр) | | |
| СРС | Контактная работа с преподавателем | Всего |
| 2 семестр | | | | |  |  |
| УК-8 | Выполнение разноуровневых заданий | Индивидуальное задание | Индивидуальное задание | 3.56 | 0.19 | 3.75 |
| УК-8 | Подготовка доклада | Доклад | Доклад | 10.69 | 0.56 | 11.25 |
| УК-8 | Самотестирование, подготовка к тестированию | ответы на  тестовые задания | Тестирование | 3.56 | 0.19 | 3.75 |
| УК-8 | Самостоятельное изучение литературы | Конспект | Собеседование | 3.56 | 0.19 | 3.75 |
| **Итого за семестр** | | | | 33.49 | 1.76 | 54 |
| **Итого** | | | | 33.49 | 1.76 | 54 |

##### Контрольные точки и виды отчетности по ним

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Вид деятельности студентов | Сроки выполнения | Количество баллов |
| **2 семестр** | | |  |
| 1 | Практическое занятие 3 | 7 | 15 |
| 2 | Практическое занятие 6 | 15 | 20 |
| 3 | Практическое занятие 8 | 15 | 20 |
|  | **Итого за 2 семестр:** |  | **55** |
|  | **Итого:** |  | **55** |

**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 е го 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

Раздел 1. **Теоретические основы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»**

Тема: Введение в безопасность. Основные понятия и определения

1. Предмет и задачи дисциплины "Безопасность

жизнедеятельности"

1. Опасность. Таксономия опасностей.
2. Факторы производственной опасности на предприятиях. Риск.

Виды риска.

1. Принципы обеспечения безопасности
2. Факторы, способствующие формированию техносферы
3. Характерные состояния системы «человек-среда обитания»
4. Способы обеспечения безопасности
5. Методы обеспечения безопасности

##### Раздел 2. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека

Тема: Понятие комфортных и оптимальных условий для жизни и деятельности человека. Микроклимат помещений

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°С. 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. Изменятся 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

2.2.4.548-96.

1. Запишите основное уравнение теплового баланса и терморегуляция организма человека.
2. Перечислите технические мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата.
3. Вентиляция. Классификация систем вентиляции.
4. Принцип устройства механических систем вентиляции.
5. Особенности организации вентиляции на предприятиях промышленности.
6. Перечислите системы отопления и кондиционирования.
7. Влияние микроклимата на организм человека.
8. Технологические и организационные мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата.
9. Как увеличить теплоотдачу батареи центрального отопления?
10. 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.
11. 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?
12. 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: Освещение и световая среда в помещении**

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 см2 под углом 60° к нормали, составляет 0,25 кд. Найдите яркость поверхности.

**Раздел 3. Идентификация и воздействие на человека и среду обитания вредных и опасных факторов**

Тема: Идентификация и воздействие человека на и среду обитания вредных и опасных факторов. Химические и биологические негативные факторы. Механические колебания, вибрация. Акустические колебания, шум

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.)

1. Акустические колебания. Физиологические, энергетические, частотные характеристики шума.
2. Действие шума на организм человека Организационные мероприятия по защите от шума. Средства индивидуальной защиты от шума.
3. Уровень интенсивности звука 100 дБ. Чему равно звуковое давление?
4. Уровень звукового давления 100 дБ. Чему равна интенсивность звука?
5. Уровень звукового давления 120 дБ. Чему равен уровень интенсивности звука?
6. Уровень интенсивности звука 60 дБ. Чему равен уровень звукового давления?

**Тема: Электромагнитные поля и излучения. Электрический ток**

1. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражений.
2. Факторы, влияющие на исход поражения током. Первая помощь пострадавшим.
3. Как проявляется действие электрического тока на человека?
4. От чего зависит сопротивление тела человека электрическому току?
5. Напряжение прикосновения и шага. Что это такое?
6. Как проверить сопротивление изоляции 200 м провода?
7. Устройства непрерывного контроля сопротивления изоляции. На чем основан их принцип действия и где они применяются?
8. При контроле сопротивления изоляции однофазной осветительной сети с помощью мегомметра его показания составили 470 кОм. Пригодна ли эта сеть к эксплуатации?

##### Раздел 4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения

Тема: Основные принципы защиты. Защита от химических и биологических негативных факторов

1. Техническая система. Жизненный цикл .
2. Отказ. Виды отказов. Влияние внешних факторов на

формирование отказов технических систем

1. Факторы, определяющие надежность человека в человекомашинных системах
2. Основы теории расчета надежности технических систем
3. Инженерные методы исследования безопасности технических систем.
4. Качественные методы анализа безопасности технических систем
5. Количественные методы анализа безопасности технических систем
6. Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа.

Инженерные методы исследования опасностей технических систем.

Тема: Защита от энергетических воздействий и физических полей

1. Защитное заземление. Что это такое, где и для чего оно применяется?
2. Зануление электрооборудования. Что это такое, где и для чего оно применяется?
3. Как проверить сопротивление искусственного заземляющего устройства?
4. При контроле сопротивления заземляющего устройства методом "трех измерений" были получены следующие результаты: R1*=10* Ом*, R2= 7* Ом и *R3=5* Ом. Чему равно сопротивление заземляющего устройства?
5. Сопротивление заземляющих устройств контролируют один год летом, а другой - зимой. Почему?
6. Интенсивность звука с одной стороны перегородки 0,1 Вт/м2, а с другой - 0,01 Вт/м2. Найдите звукоизоляцию перегородки.
7. Интенсивность звука с одной стороны перегородки 0,1 Вт/ м2, а с другой - 0,005 Вт/м2. Найдите звукоизоляцию перегородки.
8. Звукоизоляция кожуха на частоте 3 кГц составляет 30 дБ.

Найдите эффективность кожуха на частоте 100 Гц.

1. Звукоизоляция кожуха на частоте 100 Гц составляет 25 дБ. Найдите эффективность кожуха на частоте 3 кГц.
2. Какие факторы наиболее существенно определяют уровень шума на городских магистралях?
3. Какой вид городского транспорта является наиболее шумным?
4. Перечислите меры, позволяющие снизить уровень шума в зоне жилой застройки в городах.
5. Что может использоваться в качестве акустических экранов в городах?
6. Перечислите меры, позволяющие снизить уровень шума в жилом помещении в процессе строительства здания.

##### Раздел 6. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации

**Тема: Основные понятия и определения.Классификация стихийных бедствий (природных катастроф), техногенных аварий.Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени и их поражающие факторы**

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.

##### Раздел 7. Управление безопасностью жизнедеятельности

Тема: Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Экономические основы управления безопасностью

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.

Порядок оформления извещения о несчастном случае.

1. Содержание акта о несчастном случае на производстве.
2. Содержание акта о расследовании несчастного случая на производстве.
3. Структура журнала регистрации несчастных случаев на производстве.
4. Срок хранения журнала регистрации несчастных случаев на производстве.
5. Содержание протокола осмотра места несчастного случая, происшествия.
6. Содержание протокола опроса пострадавшего при несчастном случае (очевидца несчастного случая, должностного лица).
7. Содержание приказа о создании комиссии по расследованию несчастного случая на производстве.

***Повышенный уровень***

Раздел 1. **Теоретические основы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»**

Тема: Введение в безопасность. Основные понятия и определения

1. Техносфера. Факторы формирования её. Закон Ю.Н.

Куражковского. Критерии

1. комфортности и безопасности техносферы
2. Негативные факторы в системе "человек-техносфера". Круги опасностей.
3. Определите численность людей, подвергающихся опасности травматизма на производстве, если риск фатального исхода в год 10-4, а число погибших 3000 чел.

Определить число людей, погибающих ежегодно в

автомобильных катастрофах, если риск гибели составляет 2,5 10 –4,, а численность населения 200 млн чел.

1. Определите численность людей, подвергающихся опасности фатального поражения электрическим током, если риск фатального исхода в год 4 10-4, а число погибших 500 чел.
2. Определить риск гибели человека от действия электрического тока, если в год погибает 900 человек, а численность населения 150 млн человек
3. Определите вероятную численность фатальных исходов в год, если риск гибели от соматических заболеваний 10 –2, а численность населения 5,5 млрд. чел.

##### Раздел 2. Обеспечение комфортных условий для жизни и деятельности человека

Тема: Понятие комфортных и оптимальных условий для жизни и деятельности человека. Микроклимат помещений

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

Вентиляция. Классификация систем вентиляции.

1. Принцип устройства механических систем вентиляции.
2. Особенности организации вентиляции на предприятиях промышленности.
3. Какие параметры микроклимата принято считать допустимыми?
4. Какие помещения относятся к категории "с избытками явного тепла"?
5. На космическом корабле отказала вентиляционная система. За счет каких способов теплопередачи будет осуществляться теплообмен космонавтов с окружающей средой?
6. 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?

**Тема: Освещение и световая среда в помещении**

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.

1. Какую мощность будет потреблять осветительная установи площадью 100 м2, если в ней используются лампы накаливания светоотдачей 15 лм/Вт, а требуемая освещенность рабочей поверхности 450 лк?
2. 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?
3. 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?
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?
5. 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.
6. От чего зависит требуемая освещенность рабочей поверхности при искусственном освещении?
7. От чего зависит требуемая освещенность рабочей поверхности при естественном освещении?

**Раздел 3. Идентификация и воздействие на человека и среду обитания вредных и опасных факторов**

Тема: Идентификация и воздействие человека на и среду обитания вредных и опасных факторов. Химические и биологические негативные факторы. Механические колебания, вибрация. Акустические колебания, шум

1. Действие шума на организм человека. Методы нормирования шума.
2. Найдите граничные частоты полосы пропускания октавного фильтра со среднегеометрической частотой 1000 Гц.
3. Найдите граничные частоты полосы пропускания октавного фильтра со среднегеометрической частотой 2000 Гц.
4. Рабочий четыре раза по 15 минут в течение смены подвергается воздействию шума с уровнем 100 дБ А.Найдите относительную дозу шума, полученную рабочим, если допустимый уровень шума для его рода работ 85 дБ А.
5. Интенсивность звука в некоторой точке пространства при работе одного источника шума 0,1 Вт/м2, а при работе второго - 0,2 Вт/м2. Что покажет шумомер, установленный в этой точке, если оба источника шума работают одновременно?
6. Интенсивность звука в некоторой точке пространства при работе одного источника шума 0,01 Вт/м2, а при работе второго - 0,02 Вт/м2. Что покажет шумомер, установленный в этой точке, если оба источника шума работают одновременно?
7. Архитектурно - планировочные мероприятия по защите от шума.
8. Акустические мероприятия по защите от шума.

Звукопоглощение, звукоизоляция.

1. Уровень виброскорости составляет 100дБ. Какому действующему значению виброскорости это соответствует?
2. Тело подвергается воздействию вибрации от двух некогерентных источников со скоростями v1=0,3 м/с и v2 =0,4 м/с, действующими в одном направлении. Найдите уровень виброскорости данного тела.
3. Как устроен датчик виброскорости? (Изобразите схему датчика и объясните его принцип действия.)
4. Как устроен датчик виброускорения? (Изобразите схему датчика и объясните его принцип действия.)
5. Действующее значение виброскорости составляет 0,5 м/с. Какому уровню виброскорости это соответствует?
6. Допустимый уровень шума в помещении задан предельным спектром ПС-80.Измеренный уровень шума составляет 80 дБ А. Шум тональный. Допустим ли такой уровень шума?
7. Допустимый уровень шума в помещении задан предельным спектром ПС-80.Измеренный уровень шума составляет 84 дБ А. Шум широкополосный. Допустим ли такой уровень шума?
8. 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?
9. 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?
10. Уровень шума в помещении 60 дБ. Включено еще два источника шума по 60 дБ каждый. Как изменится уровень шума в помещении?
11. 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?
12. 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.)
13. 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.)
14. 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.)
15. Уровень интенсивности звука 100 дБ. Чему равно звуковое давление?
16. Уровень звукового давления 100 дБ. Чему равна интенсивность звука?
17. Уровень звукового давления 120 дБ. Чему равен уровень интенсивности звука?
18. Уровень интенсивности звука 60 дБ. Чему равен уровень звукового давления?
19. 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?
20. Как классифицируются вредные вещества по степени опасности и по характеру воздействия на организм человека?
21. Что такое аэрозоли фиброгенного действия?
22. Что такое респирабельная фракция аэрозоля?

**Тема: Электромагнитные поля и излучения. Электрический ток**

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?

1. Туристы разбили палатку на берегу озера вблизи ЛЭП таким образом, что расстояние от палатки до крайних проводов ЛЭП составило 10 м. Допустимо ли это?
2. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 99% защитить от удара молнии подземный склад горючесмазочных материалов, занимающий прямоугольную площадку размерами 10x20 м?
3. Какой высоты требуется установить молниеотвод, если необходимо с надежностью выше 95% защитить от удара молнии подземный склад горючесмазочных материалов, занимающий квадратную площадку размерами 20x20 м?
4. Какие параметры электромагнитного поля нормируются для населенных мест в различных диапазонах частот?
5. От чего зависит эффект воздействия электромагнитных полей на живые организмы?
6. Рабочий должен проложить кабель в санитарно-защитной зоне радиостанции, работающей на частотах от1,5 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?
7. 151. 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?
8. 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?
9. 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?
10. 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?
11. Можно ли для защиты от статического электричества использовать зануление электрооборудования в сети с глухозаземленной нейтралью
12. Как избавиться от статического электричества при перемотке лавсановой пленки, если ее поверхность нельзя царапать, а помещение, в котором осуществляется перемотка, должно быть без повышенной опасности поражения электрическим током?
13. Почему для перевозки горючих жидкостей (бензин, керосин и т.п.) не разрешается использовать полиэтиленовую тару?
14. Почему топливные баки автомобилей не делают из полиэтилена?
15. Мерный бак расходомера авиационного топлива. Как защитить его от разрядов статического электричества?
16. Сопротивление заземляющего устройства 85 Ом. Можно ли его использовать для отвода статического электричества?
17. 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?
18. Воробей сидит на проводе высоковольтной линии передач напряжением 120 кВ. Найдите для него напряжение прикосновения и шага, если воробьиный шаг 5 см, по проводу протекает ток 100 А, погонное сопротивление провода 0,001 Ом/м, а сопротивление утечки изоляции 1000 МОм·м.
19. 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?
20. К какому классу опасности поражения электрическим током относится цех гальванических покрытий? Объясните свое решение.
21. К какому классу опасности поражения электрическим током относится цех холодной штамповки? Объясните свое решение.

##### Раздел 4. Защита человека и среды обитания от вредных и опасных факторов природного, антропогенного и техногенного происхождения

Тема: Основные принципы защиты. Защита от химических и биологических негативных факторов

1. 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).

2. 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 воздуховодов (Д).

Событие (К) явилось следствием одной из трех предпосылок:

искрение электрооборудования (Е); появление людей с открытым огнем (Т); курение людей (И).

3. 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).

##### Раздел 6. Чрезвычайные ситуации и методы защиты в условиях их реализации

**Тема: Основные понятия и определения. Классификация стихийных бедствий (природных катастроф), техногенных аварий. Чрезвычайные ситуации мирного и военного времени и их поражающие факторы**

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?

##### Раздел 7. Управление безопасностью жизнедеятельности

Тема: Законодательные и нормативные правовые основы управления безопасностью жизнедеятельности. Экономические основы управления безопасностью

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?

1. В руководстве к изделию есть ссылка на ГОСТ 12.4.036-92. О чем может идти речь в его содержании?
2. Какими документами регламентируется освещенность в помещении?
3. Вы хотите сравнить параметры микроклимата в Вашем помещении с допустимыми значениями. К какому документу Вам следует обратиться?
4. Каким документом регламентируется концентрация вредных веществ в воздухе?
5. Вам предстоит посетить зону, загрязненную радиоактивными веществами. Каким документом регламентируются допустимые дозы облучения для людей, проживающих на заражённой местности?
6. Вы хотите убедиться, что при перевозке прибора с источником ионизирующего излучения, не будут нарушены правила безопасности. К какому документу Вы обратитесь?
7. Вы хотите убедиться, что напряжённость электромагнитных полей в Вашем помещении не превышает допустимых значений. К какому документу Вам следует обратиться?
8. В Вашем помещении очень шумно. К какому документу Вам следует обратиться, чтобы аргументировать свои претензии о превышении допустимого уровня шума?
9. Что является главной задачей государственной политики в области охраны труда?
10. В каких документах излагаются правовые основы действий в ЧС?
11. Расскажите о порядке разработки декларации безопасности промышленного объекта в РФ.
12. 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.

##### Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным **55.** Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

|  |  |
| --- | --- |
| Уровень выполнения  контрольного задания | Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание) |
| Отличный | **100** |
| Хороший | **80** |
| Удовлетворительный | **60** |
| Неудовлетворительный | **0** |

##### 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 указания по подготовке доклада**

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя представление доклада, оформленного в соответствии с требованиями, презентации по теме доклада и ответ на дополнительные вопросы (по теме доклада).

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо взять у преподавателя перечень тем докладов и в указанный срок подготовить доклад и презентацию к нему.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования собственным докладом и презентацией, также техническими средствами отображения информации.

При проверке задания, оцениваются

* полнота раскрытия темы доклада;
* использование статистической информации;
* применение периодической литературы при написании доклада;
* устное изложение материала, умение его пояснять;
* оформление презентации;
* оригинальность материала;
* своевременность предоставления материала;
* умение отвечать на дополнительные вопросы

**Темы докладов**

**Базовый уровень**

1. Опасность. Таксономия опасностей. Факторы производственной опасности на предприятиях. Риск. Виды риска.
2. Принципы, способы и методы обеспечения безопасности
3. Негативные факторы в системе "человек-техносфера". Круги опасностей.
4. Условия труда, их классификация. Оценка условий труда на предприятиях промышленности.
5. Принципы нормирования параметров микроклимата производственной среды в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.548-96. Основное уравнение теплового баланса и терморегуляция организма человека.
6. Естественное освещение. Нормирование. Принципы расчета.

Особенности организации на предприятиях.

1. Искусственное освещение. Нормирование. Принципы расчета. Особенности организации на предприятиях
2. Акустические колебания. Физиологические, энергетические, частотные характеристики шума.
3. Действие шума на организм человека Организационные мероприятия по защите от шума. Средства индивидуальной защиты от шума.
4. Спектр электромагнитных излучений. Техногенные источники электромагнитных излучений. Действие электромагнитных полей на человека.
5. Действие электрического тока на организм человека. Виды поражений.
6. Факторы, влияющие на исход поражения током. Первая помощь пострадавшим.
7. Классификация помещений по возможности поражения электрическим током. Допустимые напряжения в зависимости от класса помещений
8. Анализ опасности поражения током при прикосновении к токоведущим частям в трехфазных сетях с изолированной и глухозаземленной нейтралью.
9. Чрезвычайные ситуации. Классификация. Стадии развития.
10. Чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся поступлением в окружающую среду аварийно химически опасных веществ. Классификации АХОВ.
11. Ликвидация последствий аварий на химически опасных объектах.
12. Техногенные ЧС. Аварии на объектах ядерного топливного цикла. Шкала событий на АЭС.
13. Мероприятия по защите населения и территорий в ЧС, сопровождающихся радиоактивным загрязнением.
14. Динамика развития пожаров. Классы пожаров. Средства и способы тушения пожаров. Классификация зданий и сооружений по функциональной пожарной опасности.
15. Мероприятия по предотвращению распространения пожара. Эвакуационные выходы. Противопожарные разрывы.
16. Правовые, нормативно-технические и организационные основы охраны труда. Инструктаж по охране труда.
17. Правовые, нормативно-технические и организационные основы охраны окружающей природной среды
18. Правовые основы защиты в чрезвычайных ситуациях. Государственное управление в ЧС. Единая государственная система предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС). Единая государственная система гражданской защиты (РСГЗ). Структура. Цели. Задачи.
19. Экологическое страхование.
20. Страхование ответственности владельцев опасных производственных объектов
21. Страхование рисков.
22. Страхование профессиональных рисков.
23. Социальное страхование. Основные понятия, функции, задачи и принципы страхования рисков
24. Органы управления, надзора и контроля за безопасностью, их основные функции, права и обязанности, структура
25. Система РСЧС и гражданской обороны
26. Основные задачи, принципы и системы менеджмента (экологический менеджмент).

9. Менеджмент безопасности труда и здоровья работников

**Повышенный уровень**

1. Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа.

Инженерные методы исследования опасностей технических систем.

1. Техносфера. Факторы формирования её. Закон Ю.Н.

Куражковского. Критерии комфортности и безопасности техносферы

1. Условия труда, их классификация. Организация проведения специальной оценки условий труда. Тяжесть и напряженность труда.
2. Микроклимат производственной среды. Влияние его на организм человека. Технологические и организационные мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата.
3. Технические мероприятия по обеспечению нормативных параметров микроклимата. Системы отопления и кондиционирования.
4. Вентиляция. Классификация систем вентиляции. Принцип устройства механических систем вентиляции. Особенности организации вентиляции на предприятиях промышленности.
5. Производственное освещение. Основы фотометрии. Виды и системы производственного освещения.
6. Действие шума на организм человека. Методы нормирования шума.
7. Архитектурно - планировочные мероприятия по защите от шума.
8. Акустические мероприятия по защите от шума.

Звукопоглощение, звукоизоляция.

1. Постоянные электромагнитные поля. Источники возникновения. Условия электростатической искробезопасности. Особенности нормирования. Принципы защиты.
2. Низкочастотные переменные электромагнитные поля.

Особенности нормирования. Принципы защиты.

1. Радиоволны. Особенности нормирования. Принципы защиты.
2. Методы и способы защиты человека от действия электрического тока. Особенности устройства изоляции. Заземление. Зануление.
3. Химически опасные объекты. Динамика аварийных ситуаций.

Мероприятия по защите населения и территорий при авариях.

1. Методы экстренной локализации и полной ликвидации разлива АХОВ.
2. Чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся поступлением в окружающую среду радиоактивных веществ. Динамика аварий.
3. Чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся механическими и тепловыми поражающими факторами. Взрывы. Пожары. Виды горения
4. Пожары. Оценка пожарной опасности. Категории помещений и зданий по пожарной и взрывной опасности. Показатели пожароопасности веществ.
5. Мероприятия по предотвращению возникновения пожара. Организация технологических процессов. Огнестойкость строительных конструкций и зданий.
6. Противопожарные требования к ведению технологических процессов на предприятиях. Технический регламент "О требованиях пожарной безопасности"
7. Экологическое страхование на предприятиях отрасли.
8. Страхование ответственности владельцев опасных производственных объектов
9. Страхование рисков на предприятиях отрасли
10. Страхование профессиональных рисков, особенности на предприятиях отрасли
11. Социальное страхование. Основные понятия, функции, задачи и принципы страхования рисков**.** Особенности организации на предприятии отрасли
12. Органы управления, надзора и контроля за безопасностью, их основные функции, права и обязанности, структура
13. Система РСЧС и гражданской обороны. Особенности организации на предприятии отрасли
14. Основные задачи, принципы и системы менеджмента (экологический менеджмент).

Особенности организации на предприятии отрасли

1. Менеджмент безопасности труда и здоровья работников. Особенности организации на предприятиях отрасли

##### Общие требования к написанию доклада

Доклад выполняется рукописным или машинописным текстом с соблюдением правил оформления текстового материала проектной документации.

Доклад должен иметь титульный лист, на котором указываются название дисциплины, тема доклада, фамилия, имя, отчество исполнителя. Также в работе должны быть содержание с указанием индивидуального задания и список использованной литературы.

При наборе работы на компьютере текст должен иметь сплошную нумерацию страниц и следующие параметры:

* формат бумаги А4 (210×297 мм), бумага белая; - поля: верхнее до нумерации стр. – 20 мм, нижнее и левое – 30 мм, правое – 15 мм;
* межстрочное расстояние – полуторное (т. е. на одной странице должно быть не более 29 строк и 60±2 знака в одной строке, учитывая пробелы);
* переплет 0 см;
* ориентация книжная;
* шрифт Times New Roman Cyr (Arial Cyr);
* размер шрифта 14 пунктов;
* красная строка – 1,25 см;
* формулы выравниваются по центру, их нумерация по правому краю в круглых скобках;
* рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название), таблицы – сверху (таблица 1 – Название);
* страницы нумеруются сверху, по центру;
* необходимо различать в тексте дефис (-) (например, черно-белый, бизнес-план) и тире (–) (Alt + 0150);
* если вы используете кавычки, они должны иметь вид так называемых «ёлочек» (« »). Если в тексте встречаются внутренние и внешние кавычки, то они должны различаться, например: *ООО «Издательство “Айрис-пресс”»*.

Отвечая на вопросы, не следует переписывать текст из книги, а излагать ответ кратко, по существу, на конкретно поставленный вопрос. При решении задачи необходимо записать ее условия и подробно изложить

**Для оценки доклада студента применяются следующие критерии:**

1. Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически верно раскрывает тему доклада, правильно применяет терминологию по тексту, использует современную литературу и нормативную документацию, оперирует статистическими данными, материал представлен в виде презентации с поясняющими схемами, таблицами и рисунками (при возможности), студент представил материал своевременно, изложил грамотно, доступно, с необходимыми пояснениями и ответил на дополнительные вопросы.
2. Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он раскрыл тему доклада, правильно применяет терминологию по тексту, использует современную литературу и нормативную документацию, материал представлен в виде презентации, студент представил материал своевременно, изложил грамотно, доступно, с необходимыми пояснениями.
3. Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он не полностью раскрыл тему доклада, путается в терминологии по тексту, использует современную литературу и нормативную документацию, презентация к докладу на представлена, студент представил материал несвоевременно, изложил неграмотно.
4. Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он не раскрыл тему доклада, путается в терминологии по тексту, использует устаревшую литературу и нормативную документацию, презентация к докладу на представлена, студент представил материал несвоевременно. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся не предоставил доклад.

**Методические указания по выполнению разноуровневых заданий**

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя выполнение 5 заданий из перечня, оформленных в соответствии с требованиями.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо взять у преподавателя перечень заданий и в указанный срок выполнить их.

При проверке задания, оцениваются

* Последовательность и рациональность выполнения заданий;
* Точность расчетов;
* Правильность ответа на теоретический вопрос;
* Правильность выполнения схем;
* Умение пользоваться справочной литературой;
* Оформление работы;

##### Комплект разноуровневых заданий, задач

**Базовый уровень**

1. 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.
2. 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.
3. 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.
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.
5. 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 x 40 x 5 м?
6. 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?
7. 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·оС, а плотность воздуха – 1 кг/м3)?
8. 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.)
9. 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.)
10. Уровень интенсивности звука 100 дБ. Чему равно звуковое давление?
11. Уровень звукового давления 100 дБ. Чему равна интенсивность звука?
12. Уровень звукового давления 120 дБ. Чему равен уровень интенсивности звука?
13. Уровень интенсивности звука 60 дБ. Чему равен уровень звукового давления?
14. 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 дерева – 18,5 см, d грунта – 8,1 см).
15. Определить суммарный коэффициент ослабления от радиоактивного излучения, если толщина перекрытий убежища составляет 40 см (кирпич) (*d* кирпича 8,1 см) и бетон 30 см (*d* бетона – 5,7 см).
16. 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 оС, скорость ветра 3 м/с. Определить время подхода переднего фронта зараженного воздуха к границе города и время поражающего действия ХОВ.
17. Оценить устойчивость объекта экономики расположенного вблизи резервуара с АХОВ. Рассчитать максимальные зоны заражения и их площади при разрушении резервуара объемом 6000 м3 с жидким аммиаком, хранящимся под давлением. Разлив свободный. Метеоусловия: температура воздуха - +20 оС; скорость ветра – 2 м/с; степень вертикальной устойчивости атмосферы – инверсия. Коэффициент заполнения резервуара – 0,833.

**Повышенный уровень**

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?
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/м3, а размеры цеха 10 x 20 x 5 м?
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/м3, а размеры цеха 20 x 20 x 5 м?
4. Крашеные 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/м3, а размеры помещения 4 x 5 x 2,5 м? (Считать, что растворитель поступает в воздух помещения равномерно в течение 24 ч, а уличный воздух паров растворителя не содержит.)
5. На улице 2 градуса тепла. 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·град, а плотность воздуха 1 кг/м3.)
6. В воздухе помещения содержится 3 вредных вещества – свинец, ртуть и марганец. ПДК этих веществ составляет соответственно 0,01, 0,05 и 0,05 мг/м3. Какова допустимая концентрация марганца в воздухе, если концентрация свинца 0,005, а ртути 0,01 мг/м3?
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/м3, а ПДК бензина 300 мг/м3?
8. Найдите граничные частоты полосы пропускания октавного фильтра со среднегеометрической частотой 2000 Гц.
9. Рабочий четыре раза по 15 минут в течение смены подвергается воздействию шума с уровнем 100 дБ А.Найдите относительную дозу шума, полученную рабочим, если допустимый уровень шума для его рода работ 85 дБ А.
10. Интенсивность звука в некоторой точке пространства при работе одного источника шума 0,1 Вт/м2, а при работе второго - 0,2 Вт/м2. Что покажет шумомер, установленный в этой точке, если оба источника шума работают одновременно?
11. Интенсивность звука в некоторой точке пространства при работе одного источника шума 0,01 Вт/м2, а при работе второго - 0,02 Вт/м2. Что покажет шумомер, установленный в этой точке, если оба источника шума работают одновременно?
12. Определить избыточное давление, которое будет испытывать прибор, установленный на расстоянии 10 м от места взрыва 1кг гексогена во взрывном устройстве, размещенном на грунте.
13. Определить максимальное расстояние, на котором допускается установить прибор, выдерживающий давление 14,5 кПа, от места взрыва 1 кг гексогена во взрывном устройстве, размещенном на грунте.
14. Произошел взрыв тротила (k=1 массой M*ВВ* =10 кг над грунтом (η=0,6) на расстоянии t =5 м от узкой стороны здания длиной 50 м.

Определить зоны возможных разрушений в здании.

##### 1. 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.

**Список рекомендуемой литературы**

##### Основная литература

1. Сазонова, А. М.<BR>&nbsp;&nbsp;&nbsp; Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Сазонова А. М., Харламова А. В.,

Шилова Е. А. - Санкт-Петербург : ПГУПС, 2019. - 50 с. - ISBN 978-5-7641-

1387-6, экземпляров неограниченно

1. Кривошеин, Д. А.<BR>&nbsp;&nbsp;&nbsp; Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс / Кривошеин Д. А., Дмитренко В. П., Горькова Н. В. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 340 с. - Рекомендовано Редакционно-издательским советом Московского авиационного института (Национального исследовательского университета) в качестве учебного пособия. - ISBN 978-5-8114-3376-6, экземпляров неограничено

**Дополнительная литература:**

1. Безопасность жизнедеятельности Электронный ресурс : учебное пособие. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. - 214 с. - ISBN 978-5-00137-179-3, экземпляров неограниченно
2. Алексеев, В. С.<BR>&nbsp;&nbsp;&nbsp; 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 неограничено

##### Интернет-ресурсы

1. [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/) (Сайт ЭБС «Университетская библиотека онлайн» )
2. <http://www.complexdoc.ru/>база нормативной технической документации на русском языке,
3. http://novtex.ru/bjd / (Сайт журнала « Безопасность жизнедеятельности»)
4. <http://www.mchs.gov.ru/>(сайт МЧС России)
5. <http://www.bezopasnost-rf.ru/>Проект Единой России «Развитие систем обеспечения безопасности»
6. <http://www.gosnadzor.ru/> (сайт Ростехнадзора)

http://www.sra.org Международное общество анализа риска [/](http://www.sra.org/)

1. <http://www.sraeurope.org/>Европейское общество анализа риска
2. <http://www.fema.gov/>Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям (США)