

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»  
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические указания и контрольные задания*

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета  
2015

Составители: К.А.Черный, А.Е. Шевченко  
УДК 614.8.084  
ББК 68.9  
Б40

Рецензент  
д-р техн. наук, профессор *Г.А. Цветков*  
(Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет)

**Б40**      **Безопасность** жизнедеятельности: метод. указания и контрольные задания / сост. К.А. Черный, А.Е. Шевченко. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – 77 с.

Приведены общие методические указания по изучению дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», список рекомендованной литературы, подробная программа, методические указания и вопросы для самопроверки по учебным темам курса. Представлены вопросы и задачи с методиками их решения для выполнения контрольной работы.

Предназначены для студентов заочной формы обучения по направлениям подготовки 131000 – «Нефтегазовое дело» (профили: «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти»; «Бурение нефтяных и газовых скважин»; «Сооружение и ремонт объектов трубопроводного транспорта») и 151000 – «Технологические машины и оборудование» (профиль «Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»).

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие методические указания.....	4
2. Программа и методические указания по темам курса .....	7
Введение .....	7
Раздел 1. Теоретические основы безопасности жизнедеятельности .....	8
Раздел 2. Методы и средства повышения безопасности технических систем и технологических процессов нефтяной и газовой промышленности. Обеспечение безопасности труда на предприятиях нефтегазовой отрасли .....	15
Раздел 3. Управление безопасностью на предприятиях нефтегазовой отрасли. Готовность к аварийным (чрезвычайным) ситуациям .....	28
3. Методические указания к выполнению контрольной работы .....	35
4. Задачи для контрольной работы.....	38
5. Вопросы к контрольной работе.....	70
Список рекомендуемой литературы .....	76

## 1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью изучения дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» является приобретение знаний, необходимых для обеспечения безопасной деятельности человека во всех сферах его обитания.

Настоящие методические указания составлены для помощи студентам заочной формы обучения при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и выполнении контрольной работы.

Изучение курса следует начинать с **самостоятельной проработки материала по темам и вопросам**, входящим в них и утвержденным рабочей программой дисциплины, в той последовательности, которая приведена в настоящих методических указаниях. Помимо предложенной для самостоятельной подготовки основной литературы значительную помощь при изучении курса может оказать изучение нормативных правовых актов по безопасности жизнедеятельности (законов, постановлений Правительства РФ, приказов федеральных органов исполнительной власти РФ, регламентов, правил, положений, норм, ГОСТов и т.д.), а также чтение журналов «Безопасность жизнедеятельности», «Безопасность труда в промышленности», «Охрана труда и социальное страхование» и др.

При самостоятельном изучении дисциплины рекомендуется **вести конспект**, который поможет систематизировать получаемые знания, окажет помощь при выполнении контрольной работы, сдаче экзамена (зачета), а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

Контроль знаний по каждой теме производится путем ответов на **вопросы самопроверки**. Эти ответы в университет не высылаются!

В течение учебного года и (или) в период экзаменационно-лабораторной сессии в университете организуется чтение **лекций** по курсу. Лекции являются обзорными или на них подробно освещаются отдельные темы (вопросы) курса. До начала лекций необходимо самостоятельно проработать весь материал по настоящим

методическим указаниям. По вопросам, возникшим в период самостоятельной проработки материала, студент должен получить консультации у преподавателя на установочных лекциях.

После изучения всего теоретического курса студентом выполняется **контрольная работа**, которая предназначена для закрепления полученных знаний научных основ безопасности жизнедеятельности, подтверждения умения самостоятельно осваивать нормативную литературу по дисциплине, излагать и оформлять текстовый материал, а также для контроля качества самостоятельной работы.

**Контрольная работа высылается в университет на проверку (рецензию)!** В рецензии или при личной встрече преподаватель указывает студенту, на что необходимо обратить внимание.

Количество выполняемых студентом лабораторно-исследовательских работ определяется учебным планом, исходя из того, что на каждую лабораторную работу отводится два академических часа. Выбор лабораторных работ производится преподавателем кафедры «Безопасность жизнедеятельности» с учетом профиля подготовки бакалавра (специалиста). Примерный перечень лабораторно-исследовательских работ следующий:

- оказание первой доврачебной помощи пострадавшему;
- исследование параметров воздуха рабочей зоны и защиты от тепловых излучений;
- исследование методов защиты от производственного шума;
- исследование методов защиты от производственной вибрации;
- исследование сверхвысокочастотного излучения и эффективности защитного экранирования;
- исследование эффективности и качества освещения;
- исследование эффективности действия защитного заземления в электроустановках напряжением до 1000 В;
- исследование защитного автоматического отключения питания с аппаратами защиты от сверхтока (защитного зануления) в электроустановках напряжением до 1000 В.

**Экзамен (зачет)** принимается у студента при условии представления контрольной работы и положительной рецензии на нее, а также зачета (допуска) по лабораторно-исследовательским работам. На экзамене (зачете) к студенту предъявляются требования в объеме программы, приведенной в настоящих методических указаниях. Во время экзамена (зачета) студент должен показать глубокие знания по всем теоретическим и прикладным вопросам и умение самостоятельно применять эти знания к решению инженерных задач по обеспечению безопасности.

## 2. ПРОГРАММА И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕМАМ КУРСА

### Введение

Понятие безопасности жизнедеятельности. Исторические сведения о развитии науки об опасностях. Предмет и задачи дисциплины, ее место в системе наук, роль дисциплины в подготовке специалиста и руководителя. Объект и предмет изучения. Аксиомы безопасности. Основные понятия, термины и определения.

#### *Методические указания*

В Конституции РФ записано следующее:

Статья 37: «...Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены...».

Статья 42: «...Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии...».

В развитие этих и других статей Конституции РФ принят ряд федеральных законов: Трудовой кодекс РФ, «О специальной оценке условий труда», «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний», «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», «О пожарной безопасности», «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», «Об основах охраны здоровья граждан в РФ», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Об охране окружающей среды» и др. Изучение этих законов позволит более четко уяснить права и обязанности каждого гражданина РФ в области безопасности жизнедеятельности. При изучении вопросов обратить внимание на аксиомы безопасности и основные понятия, термины и определения безопасности жизнедеятельности.

Литература: [1, 2, 3, 5, 7, 10].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что понимается под безопасностью жизнедеятельности?
2. Каковы практические задачи и объект изучения в безопасности жизнедеятельности?
3. В чем заключаются права граждан на охрану здоровья и информацию о факторах, влияющих на здоровье?
4. Назовите аксиомы безопасности.

## **Раздел 1**

### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

#### **Тема 1. Система безопасности**

Человек и среда обитания. Характерные состояния системы человек – среда обитания. Основы физиологии труда и комфортные условия жизнедеятельности в техносфере. Модель системы человек – техника – среда.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы следует уяснить необходимость системного подхода к изучению безопасности жизнедеятельности, понять смысл состояния системы безопасности и ее эффективности.

Литература: [1, 6].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что включает модель системы человек – техника – среда?
2. Описать состояния каждого элемента системы.
3. В чем заключается эффективность системы безопасности?

#### **Тема 2. Источники опасностей**

Понятие опасного фактора, вредного фактора, источника опасности. Классификация и характеристика опасных, вредных и поражающих факторов. Критерии комфортности. Негативные фак-



торы техносферы, их воздействие на человека, техносферу и природную среду. Параметры источников опасности, их допустимые значения. Санитарно-гигиеническое нормирование параметров источников опасности. Оценка безопасности источника опасности.

#### *Методические указания*

Уяснить связь источника опасности с проявлением энергии (классификация опасностей). Уяснить причины проявления энергии. Обратить внимание на классификацию источников производственной опасности согласно ГОСТ 12.0.003–74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Научиться оценивать безопасность источника опасности по параметрам.

Литература: [2, 3, 5, 6, 10].

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Источники опасности и энергия их проявления.
2. Как источники опасности воздействуют на организм человека?
3. Как классифицируются источники опасности?
4. Как оценить источники опасности по единообразному набору параметров?
5. Что означают допустимые значения параметров источников опасности?
6. Как производится оценка безопасности источника опасности?

#### **Тема 3. Развитие опасностей**

Источники опасности природы. Состояние безопасности, собственные свойства человека. Критерии безопасности. Опасности технических систем: отказ, вероятность отказа, качественный и количественный анализ опасностей. Модель развития опасности. Измерение параметров источников опасности. Необходимые и достаточные условия изменения состояния безопасности человека.

### *Методические указания*

Обратить внимание на опасные факторы природы и их влияние на безопасность.

Понять процесс изменения параметров системы безопасности в ходе производственной деятельности, каким закономерностям он подчиняется. Уяснить реальные функции изменения параметров источников опасности. Разобраться в состояниях системы безопасности в зависимости от необходимых и достаточных условий в данный момент времени. Понять связь параметров источника опасности с необходимыми и достаточными условиями реализации опасного состояния и аварийной ситуации. Обратить внимание на возможность определения текущих значений параметров на практике.

Литература: [1, 6].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Перечислить опасные факторы природы и дать их характеристику.
2. Объяснить влияние факторов природы на безопасность технических средств.
3. Каким образом меняются параметры источников опасности в процессе производственной деятельности?
4. Каким закономерностям подчиняется изменение параметров в процессе производственной деятельности?
5. Почему значения плотности распределения вероятностей, характеризующих случайные величины изменения параметра, подчинены усеченному нормальному закону распределения?
6. Что понимается под функциями закономерного изменения параметров?
7. Объяснить, какими могут быть состояния системы безопасности.
8. От каких условий зависят состояния системы безопасности?
9. Каковы необходимые и достаточные условия нахождения системы безопасности в различных состояниях?

#### **Тема 4. Безопасность рабочего места**

Понятие рабочего места. Модель безопасности рабочего места. Методика оценки безопасности рабочего места. Задание требований к безопасности рабочего места. Проверка выполнения требований к безопасности рабочего места. Средства снижения травматичности и вредного воздействия технических систем.

##### *Методические указания*

Разобраться, как на схеме изображается рабочее место. Изучить различное взаимовлияние источников опасности и его учет через коэффициент влияния. Влияние факторов природы и человеческого фактора на безопасность источника опасности. Полный показатель безопасности источника опасности. Уяснить подход к определению показателя безопасности рабочего места. Разобраться в алгоритме методики оценки безопасности рабочего места. Понять изменение уровней безопасности и страховых выплат в зависимости от затрат на обеспечение безопасности.

Литература: [1, 6].

##### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что изображается на схеме рабочего места?
2. Что такое коэффициенты взаимовлияния других источников опасности?
3. Что такое коэффициенты влияния источников опасности природы?
4. Что такое коэффициенты влияния человека?
5. Что включает полный показатель безопасности источника опасности?
6. Изобразить полный показатель безопасности рабочего места.
7. Изобразить качественную зависимость изменения уровней безопасности и страховых выплат от вложений в безопасность рабочего места.

#### **Тема 5. Безопасность технологического процесса**

Описание технологического процесса. Математическая модель безопасности технологического процесса. Задание и проверка вы-

полнения требований к безопасности технологического процесса. Безопасность функционирования автоматизированных и роботизированных производств.

#### *Методические указания*

Уяснить графические модели технологических процессов. Обратит внимание на изменение показателя безопасности рабочего места в технологическом процессе. Изучить суть математического описания этих изменений через коэффициенты влияния. Уяснить подход к определению показателя безопасности технологического процесса, созданию математической модели безопасности технологического процесса. Разобраться в зависимости изменения безопасности технологического процесса и страховых выплат от вложенных средств.

Литература: [1, 6].

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Какие бывают технологические процессы (объяснить на примерах)?
2. Почему меняется показатель безопасности рабочих мест?
3. Что включает в себя показатель безопасности технологического процесса?

#### **Тема 6. Теория риска**

Понятие производственного и профессионального риска, индивидуального и группового риска. Назначение оценок производственного и профессионального риска. Методы и методики оценок производственного и профессионального риска. Оценка риска по статистическим данным. Оценка риска с учетом надежности оборудования. Использование оценок производственного и профессионального риска в безопасности производства и в охране труда. Основные направления снижения риска и последствий проявления опасностей.

Литература: [1, 2].

*Методические указания*

При изучении темы обратить внимание на процедуру оценки риска, методы и методики ее проведения согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска». Изучить основные направления по применению полученных результатов оценки рисков. Разобраться с понятием и концепцией установления приемлемого риска.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое производственный и профессиональный риск?
2. Что понимается под оценкой риска?
3. Как на практике производится оценка риска?
4. Какие бывают методы и методики оценки риска?
5. Дать понятие группового и индивидуального риска.
6. Объяснить, что такое приемлемый риск.
7. Как используются на практике результаты оценки риска?

## **Тема 7. Системы и методы защиты человека от опасных и вредных производственных факторов**

Определение и функции системы защиты человека. Модели систем защиты на рабочем месте. Модели систем защиты в технологическом процессе. Изменение свойств защиты в процессе эксплуатации. Обоснование требований к системе защиты.

Обоснование и выбор системы защиты человека в производственной деятельности. Содержание организационных методов защиты. Содержание организационно-технических методов защиты. Содержание технических методов защиты.

Системы контроля требований безопасности. Профессиональный отбор операторов технических систем. Экономические последствия и материальные затраты на обеспечение безопасности жизнедеятельности.

### *Методические указания*

Вспомнить показатели безопасности рабочего места и технологического процесса и исходя из их описания уяснить функции системы защиты. Разобраться в подходе к созданию модели защиты при условии соответствия защиты необходимым свойствам и характеристикам. Обратить внимание на изменение свойств защиты в процессе эксплуатации и вытекающее из этого обоснование требований к системе защиты.

При изучении данной темы уяснить, какие мероприятия включает в себя организация защиты человека на рабочем месте (организационные, организационно-технические, технические). Разобраться, какими методами и средствами осуществляются эти мероприятия, какие из методов и средств применяются при реализации различных функций защиты.

Помимо рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться с ГОСТ 12.4.011–89 «ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация».

Литература: [4].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Какие функции выполняет система защиты?
2. Какие бывают системы защиты?
3. Как меняются свойства защиты в процессе эксплуатации?
4. Как обосновываются требования к системам защиты?
5. Какие мероприятия входят в организацию защиты?
6. Что собой представляют организационные мероприятия защиты?
7. Что собой представляют организационно-технические мероприятия защиты?
8. Что собой представляют технические мероприятия защиты?
9. Что собой представляет защита по параметрам, комбинированная и комплексная защита?

## Раздел 2

# МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

### **Тема 8. Оздоровление воздушной среды, обеспечение требований к микроклимату**

Понятие о вредных веществах. Причины и характер загрязнения воздуха рабочей зоны. Классификация вредных веществ по степени воздействия на организм человека. Воздействие на организм вредных веществ. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны и в воздухе, поступающем и выбрасываемом из помещения. Методы определения концентрации вредных веществ. Средства и методы защиты от вредных веществ.

Понятие о производственном микроклимате и его воздействии на организм человека. Инфракрасное излучение. Нормирование производственного микроклимата. Методы оценки микроклимата. Средства и методы защиты от неблагоприятного воздействия производственного микроклимата.

Понятие о вентиляции. Технические и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к вентиляции. Классификация вентиляции. Определение необходимого воздухообмена при организации общеобменной и местной вытяжной вентиляции. Принцип расчета естественной вентиляции. Элементы механической вентиляции (устройства для отсоса и раздачи воздуха, фильтры, вентиляторы, воздухопроводы и т.д.). Контроль эффективности вентиляции.

Кондиционирование воздуха, устройство и область применения.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы кроме рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными актами: ГОСТ 12.1.005–88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требо-

вания к воздуху рабочей зоны»; ГН 2.2.5.1313–03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны»; СНиП 41-01–2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха», СанПиН 2.2.4.548–96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Литература: [2, 3, 4, 7, 10].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Как классифицируются вредные вещества по степени воздействия на организм человека?
2. Что понимается под предельно допустимой концентрацией вредного вещества?
3. В чем проявляется воздействие вредных веществ на организм человека?
4. Назовите средства и методы защиты от вредных веществ.
5. Что понимается под производственным микроклиматом?
6. Как воздействует неблагоприятный микроклимат на организм человека?
7. Перечислите средства и методы нормализации производственного микроклимата.
8. Что понимается под вентиляцией?
9. В чем заключается расчет естественной вентиляции (аэрации)?
10. Назовите элементы механической вентиляции.

### **Тема 9. Производственное освещение**

Системы производственного освещения. Светотехнические характеристики. Классификация систем производственного освещения. Виды искусственного освещения и их назначение. Источники света и осветительные приборы. Нормирование искусственного освещения. Расчет систем общего и комбинированного искусственного освещения. Наружное освещение. Виды естественного освещения и принципы его расчета. Цвет и функциональная окраска.



Защита органов зрения от действия световых потоков. Требования по оптимизации зрительных работ при работе на видеодисплейных терминалах. Контроль параметров световой среды в рабочей зоне. Средства индивидуальной защиты органов зрения.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы кроме рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными документами: СНиП 23-05–95 «Естественное и искусственное освещение»; ГОСТ 12.4.026–2001 «ССБТ. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний»; СанПиН 2.2.2./2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»; ГОСТ Р 54944–2012 «Здания и сооружения. Методы измерения освещенности» и ГОСТ 26824–2010 «Здания и сооружения. Методы измерения яркости».

Литература: [1, 2, 3, 4, 7, 10]

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Каково влияние освещения на человека?
2. Назовите виды и системы освещения.
3. Каковы основные принципы нормирования освещенности?
4. Как производится расчет освещенности?
5. Классификация и основные характеристики светильников.
6. Основные сигнальные цвета и их применение в целях обеспечения безопасности.
7. Принципы выбора средств для индивидуальной защиты органов зрения.

#### **Тема 10. Защита от производственной вибрации**

Понятия и принципы возникновения вибраций. Характеристики вибрации. Воздействие вибрации на человека, санитарно-гигиеническое и техническое нормирование вибраций. Сущность измерения параметров вибрации.

Защита от вибраций. Уравнение движения колебательной системы. Средства и методы защиты от вибрации. Борьба с вибрацией воздействием на источник возбуждения. Демпфирование вибрации. Динамическое гашение вибрации. Активная и пассивная виброизоляция. Расчет эффективности систем виброизоляции. Средства индивидуальной защиты от вибрации.

### *Методические указания*

При изучении этой темы помимо рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными документами: ГОСТ 12.1.012–2004 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»; ГОСТ 31191.1–2004 (ИСО 2631-1:1997) «Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования»; ГОСТ 31192.1–2004 (ИСО 5349-1:2004) «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования»; ГОСТ 31319–2006 (ЕН 14253:2003) «Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах»; ГОСТ 31192.2–2005 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах»; ГОСТ 26568–85 «Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация»; СН 2.2.4/2.1.566–96 «Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий»; СанПиН 2.2.2.540–96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ».

Литература: [1, 2, 3, 4, 7, 10].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что понимается под производственной вибрацией, какие силы генерируют вибрацию?
2. Каково воздействие вибрации на организм человека?
3. Параметры, характеризующие производственную вибрацию.
4. Как производится нормирование производственной вибрации?

5. Как измеряются параметры производственной вибрации?
6. Перечислите методы и средства защиты от вибрации и объясните кратко их сущность.

### **Тема 11. Защита от производственного шума, ультразвук и инфразвук**

Причины возникновения производственного шума. Физические и физиологические характеристики шума. Классификация шума по характеру спектра и временным характеристикам. Действие шума на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование производственного шума. Приборы и методы контроля шума на производстве.

Акустический расчет: определение уровня звукового давления в расчетной точке, расчет необходимого снижения шума.

Защита от шума. Средства и методы защиты от шума. Снижение шума в источнике возникновения: механического, аэрогидродинамического и электромагнитного. Расчет акустических средств защиты – звукоизоляции, звукопоглощения. Глушители шума (активные, резонансные и комбинированные). Архитектурно-планировочные и организационно-технические методы защиты от шума. Средства индивидуальной защиты от шума.

Понятие и источники ультразвука. Воздействие ультразвука на организм человека. Нормирование ультразвука. Средства и методы защиты от ультразвука.

Понятие и источники инфразвука. Воздействие инфразвука на организм человека. Нормирование инфразвука. Средства и методы защиты от инфразвука.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы помимо рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными документами: ГОСТ 12.1.001–89 «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности»; ГОСТ 12.1.003–83 «ССБТ. Шум. Общие требования по безопасности»; ГОСТ 12.1.029–80 «ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация»; ГОСТ 12.1.050–86 «ССБТ. Методы

измерения шума на рабочих местах»; СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»; СанПиН 2.2.4/2.1.8.582–96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения»; СН 2.2.4/2.1.8.583–96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

Литература: [1, 2, 3, 4, 7, 10].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Перечислите источники возникновения ультразвука, шума и инфразвука.
2. Каково воздействие шума, ультра- и инфразвука на организм человека?
3. Как нормируется ультразвук, шум и инфразвук?
4. Как осуществляется защита человека от воздействия ультразвука, шума и инфразвука?

### **Тема 12. Защита от электромагнитных полей, неионизирующих электромагнитных излучений, ультрафиолетового и лазерного излучения**

Общие сведения об электромагнитном излучении, виды излучений и их источники. Неионизирующие излучения. Постоянные магнитные поля и электростатические поля. Электромагнитные поля промышленной частоты (50 Гц). Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. Ультрафиолетовое излучение. Лазерное излучение. Источники электромагнитных полей и излучений на производстве.

Физические характеристики электромагнитных полей и излучений. Воздействие на человека. Нормирование. Измерение характеристик (параметров).

Методы и средства защиты человека на рабочем месте от электромагнитных полей и излучений.

### *Методические указания*

При изучении этой темы кроме рекомендованной литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными актами: ГОСТ 12.1.002–84 «ССБТ. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля»; ГОСТ 12.1.006–84 «ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»; ГОСТ 12.1.031–2010 «ССБТ. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения»; ГОСТ 12.1.040–83 «ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения»; ГОСТ 12.1.045–84 «ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»; СанПиН 2.2.4.1191–03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»; СН 4557–88 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях»; МУ 5046–89 «Методические указания. Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения)»; СН 5804–91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров».

Литература: [1, 2, 3, 4, 7, 10].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Перечислите виды излучений и их источники на производстве.
2. Укажите причину возникновения постоянных магнитных и электростатических полей.
3. Как классифицируются электромагнитные излучения по частотному диапазону и длине волны?
4. Как воздействуют различные виды излучений и полей на организм человека?
5. Что включает нормирование электромагнитных излучений и электромагнитных полей?
6. Какие применяются средства коллективной и индивидуальной защиты человека от различных видов излучений и полей?

### **Тема 13. Электробезопасность**

Причины и виды поражения электрическим током. Сопротивление тела человека. Влияние на исход поражения величины силы тока, напряжения, продолжительности действия тока, пути его протекания в теле человека, частоты, рода тока, индивидуальных особенностей человека, состояния окружающей среды.

Явления при стекании тока на землю через одиночный и групповой заземлители. Напряжение шага. Напряжение прикосновения. Критерии электробезопасности. Допустимые значения тока и напряжения прикосновения. Классификация помещений по электробезопасности.

Виды электрических сетей. Однофазные сети. Трехфазные сети с глухозаземленной и изолированной нейтралью. Влияние режима нейтрали и других характеристик сети на опасность поражения электрическим током.

Основные методы и средства защиты от поражения током. Меры защиты при прямых прикосновениях. Меры защиты при косвенных прикосновениях. Применение малых напряжений. Обеспечение недоступности токоведущих частей. Двойная и усиленная изоляция. Контроль сопротивления изоляции. Защитное разделение сетей. Компенсация емкостных токов утечки.

Защитное заземление. Область применения, принцип действия, конструктивное исполнение, контроль.

Автоматическое отключение питания по максимальному значению тока (зануление). Область применения, принцип действия, контроль.

Автоматическое отключение питания по току утечки. Отключающие защитные устройства (УЗО-Д). Область применения, принцип действия. Требования к устройствам защитного отключения. Принципиальные схемы промышленных устройств защитного отключения.

Защита от перехода тока из сети с высоким напряжением в сеть с низким напряжением.

Организационно-технические мероприятия при работе на электроустановках. Оперативное обслуживание. Применение средств защиты. Требования к производству работ. Обучение и инструктажи персонала электроустановок.

Первая доврачебная помощь пострадавшим от поражения электрическим током.

#### *Методические указания*

При изучении темы кроме рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными актами: ГОСТ ИЕС 61140–2012 «Защита от поражения электрическим током. Общие положения безопасности установок и оборудования»; ГОСТ Р 50571.1–2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения»; ГОСТ Р 50571.2–94 «Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики»; ГОСТ Р 50571.3–2009 «Электроустановки низковольтные. Часть 4-41. Требования для обеспечения безопасности. Защита от поражения электрическим током»; ГОСТ Р 12.1.009–2009 «ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения»; ГОСТ Р 12.1.019–2009 «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты»; ГОСТ 12.1.030–81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»; ГОСТ 12.1.038–82 «ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов».

Литература: [1, 3, 4, 7].

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Назовите виды воздействия электрического тока на организм человека?
2. Каковы основные схемы включения человека в электро сеть?
3. Что такое напряжение прикосновения и шага?
4. Охарактеризуйте способы и средства коллективной и индивидуальной защиты от поражения электрическим током.
5. Принцип работы защитного заземления.

6. Принцип работы защитного зануления.
7. Принцип работы защитного отключения.
8. Каковы источники образования статического электричества и основные опасности, с ним связанные?
9. Перечислите и опишите способы борьбы со статическим электричеством.

#### **Тема 14. Защита человека от механического травмирования на рабочем месте**

Источники механического травмирования на производстве. Опасные зоны оборудования. Средства защиты от механического травмирования. Принципы устройства и расчета защитных экранов. Предохранительные устройства ограничительного и блокировочного типа. Системы контроля и сигнализации. Знаки безопасности. Дистанционное управление.

##### *Методические указания*

При изучении этой темы обратить внимание на источники опасности, вызывающие механическое травмирование человека на рабочем месте. Следует четко уяснить мероприятия защиты от механического травмирования (организационные, организационно-технические, технические). При изучении темы кроме рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться с Правилами по охране труда при работе на высоте (Приказ Минтруда России от 28.03.2014 г. № 155н).

Литература: [1, 2, 3, 4, 7, 10].

##### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что относится к опасным и вредным производственным факторам, вызывающим механическое травмирование человека?
2. Что понимается под опасными зонами оборудования?
3. Как обеспечивается безопасность производственного оборудования?
4. Как классифицируются средства защиты по принципу действия?
5. Какие бывают знаки безопасности?



## **Тема 15. Методы и средства обеспечения безопасности при эксплуатации грузоподъемных сооружений и автомобильного транспорта**

Классификация грузов по массе и опасности. Машины и механизмы, применяемые для транспортировки грузов, и обеспечение безопасности труда при применении грузоподъемных сооружений. Основные опасности при эксплуатации грузоподъемных сооружений. Средства защиты в конструкции грузоподъемных сооружений, приборы и устройства безопасности грузоподъемных сооружений. Техническое освидетельствование грузоподъемных сооружений, грузозахватных органов и приспособлений. Принципы отбраковки канатов. Организационные мероприятия по обеспечению безопасности устройства и эксплуатации грузоподъемных сооружений. Требования к подготовке крановщиков, стропальщиков и такелажников.

Организация и осуществление безопасной эксплуатации автомобильного транспорта.

### *Методические указания*

Масса и вид перемещаемого груза определяют выбор способа транспортировки: вручную, машинами и механизмами. Опасность груза определяет требования к таре и виду транспортирования. Следует обратить внимание на организацию и безопасную эксплуатацию грузоподъемных сооружений, наиболее часто применяемых в производстве. Техническое освидетельствование грузоподъемных сооружений. При изучении темы кроме рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными актами: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения» (Приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 г. № 533); Правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов (Приказ Минтруда России от 17.09.2014 г. № 642н); ТОИ Р-45-064-97

«Типовая инструкция по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах»; ПОТ РМ-027–2003 «Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте»; СП 2.2.2.1327–03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту»; Постановление Правительства РФ от 06.02.1993 г. № 105 «О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную».

Литература: [1, 2, 3, 8, 9, 10]

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Каковы нормы переноски тяжестей вручную для женщин и мужчин?
2. Классификация грузов по опасности.
3. Какие средства перемещения тяжести применяются на производстве (применительно к специальности студента) и как организована их безопасная эксплуатация?
4. Технические средства, обеспечивающие безопасность эксплуатации, и их устройство (ограждения, предохранительные устройства, концевые выключатели, ограничители: грузоподъемности, передвижения, кренов, скорости, тормозные устройства и т.п.)?
5. Техническое освидетельствование грузоподъемных сооружений.
6. Организация безопасной перевозки людей.

### **Тема 16. Методы и средства обеспечения безопасности при эксплуатации оборудования и систем, работающих под давлением**

Опасности, связанные с эксплуатацией установок под давлением. Основные причины их разгерметизации. Порядок регистрации и освидетельствования оборудования и систем, работающих под давлением. Организация эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Защита от коррозии и накипеобразования. Методы

исключения образования смеси «горючее – окислитель» и инициирования горения. Способы предотвращения распространения взрывной волны. Использование сигнальной окраски сосудов под давлением. Контрольно-измерительные приборы и средства защиты. Требования к эксплуатационному персоналу.

### *Методические указания*

При изучении данной темы обратить внимание на место и условия проявления опасного фактора. Методы борьбы с побочными процессами, протекающими в сосудах, приводящими к ослаблению конструкции. Факторы, влияющие на разгерметизацию сосудов (оборудования), работающих под давлением. Методы борьбы с эксплуатационными факторами разгерметизации. Кроме рекомендуемой литературы необходимо ознакомиться со следующими нормативными актами: Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (Приказ Ростехнадзора от 15.11.2013 г. № 542); Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» (Приказ Ростехнадзора от 25.03.2014 г. № 116); ПБ 03-581-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов»; ГОСТ 12.2.016-81 «ССБТ. Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности».

Литература: [1, 2, 3, 7, 10]

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что относится к сосудам, работающим под давлением и применяемым на производстве?

2. Причины, вызывающие аварии систем, работающих под давлением.

3. Средства контроля и предохранительные устройства, устанавливаемые на системах, работающих под давлением, принципы их работы.

4. Какими методами осуществляется защита сосудов от коррозии и накипи?

5. Что включает регистрация и техническое освидетельствование сосудов?

6. Принципы организации безопасной эксплуатации систем, работающих под давлением.

### Раздел 3

## УПРАВЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТЬЮ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ. ГОТОВНОСТЬ К АВАРИЙНЫМ (ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ) СИТУАЦИЯМ

**Тема 17. Основы управления безопасностью жизнедеятельности. Информация об опасности**

Цель и задачи управления безопасностью. Информация об опасности. Функции управления безопасностью. Уровни управления. Содержание управления. Правовые, нормативно-технические и организационные основы управления безопасностью производства.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы необходимо ознакомиться с локальными нормативными актами предприятия (стандартами, регламентами, положениями и т.п.), в которых рассматривается структура, функции, задачи, организация построения и порядок функционирования системы управления безопасностью производства.

Литература: [2, 3, 7]

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Опишите принципиальную схему управления безопасностью.

2. Какие средства применяются при управлении безопасностью? Дайте их характеристику.

3. Назовите методы управления безопасностью и дайте их краткую характеристику.

### **Тема 18. Промышленная безопасность и охрана труда на предприятиях нефтегазовой отрасли. Государственная система обеспечения безопасности на производстве**

Объекты промышленной безопасности. Органы управления промышленной безопасностью. Декларации о промышленной безопасности. Система управления промышленной безопасностью.

Сущность и содержание охраны труда. Инструктажи и обучение работающих. Контроль за условиями труда. Расследование несчастных случаев на производстве.

Государственные нормативные требования охраны труда, нормативные правовые акты, их содержащие.

Нормативные требования в сфере безопасности производства – федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности, правила устройства и безопасной эксплуатации и правила безопасности при выполнении различных видов работ (при бурении, эксплуатации, ремонте скважин, проведении мероприятий по повышению нефтеотдачи пласта и др.).

Организационно-методические и нормативно-технические документы в сфере безопасности производства (положения, рекомендации, регламенты, стандарты предприятия и т.п.).

Государственный надзор и контроль за соблюдением требований охраны труда и обеспечением промышленной безопасности; органы, его осуществляющие. Международное сотрудничество в области безопасности жизнедеятельности.

Ведомственный, производственный и общественный контроль за соблюдением требований охраны труда и безопасности производства.

Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий труда. Организация работы по охране труда и безопасности

производства на предприятиях нефтегазовой отрасли. Совместные комитеты (комиссии) по охране труда. Ответственность должностных лиц и работников за нарушение государственных нормативных требований охраны труда и нарушение требований промышленной безопасности.

Обучение и инструктажи работников предприятия по охране труда. Аттестация по вопросам безопасности.

Инциденты, несчастные случаи на производстве, аварии, их расследование, регистрация и учет. Причины аварийности и травматизма и методы анализа.

#### *Методические указания*

При изучении этой темы необходимо ознакомиться с нормативными актами, переработанными или вновь вышедшими после выхода рекомендуемой литературы: Трудовой кодекс РФ, соответствующие статьи Уголовного кодекса РФ; Кодекса РФ об административных правонарушениях, Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; Порядок обучения по охране труда и проверки знания требований по охране труда работников организаций (Постановление Минтруда РФ, Минобразования РФ от 13.01.2003 г. № 1/29); Правила организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте (Постановление Правительства РФ от 10.03.1999 г. № 263); Рекомендации по организации работы службы охраны труда в организации (Постановление Министерства труда и социального развития РФ от 08.02.2000 г. № 14); СП 1.1.1058–01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противо-эпидемических (профилактических) мероприятий»; Приказ Минздравсоцразвития РФ от 29.05.2006 г. № 413 «Об утверждении Типового положения о комитете (комиссии) по охране труда».

Литература: [2, 3, 10]

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что понимается под охраной труда?
2. Что понимается под гигиенической оценкой условий труда?
3. Что понимается под гигиеной труда и санитарно-гигиеническим обслуживанием?
4. Какие основные вопросы рассматриваются в охране и гигиене труда?
5. Государственные нормативные требования охраны труда.
6. Как организован государственный надзор и контроль за соблюдением требований безопасности?
7. Общественный контроль за соблюдением требований охраны труда.
8. Производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности.
9. Производственный контроль за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий.
10. Каковы обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда?
11. Каковы обязанности организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, по обеспечению требований промышленной безопасности?
12. Перечислите основные задачи службы охраны труда.
13. Перечислите основные задачи службы производственного контроля.
14. Как организуется обучение работников предприятия требованиям охраны труда?
15. Как организуется аттестация работников по вопросам безопасности?
16. Назовите виды инструктажей по охране труда, их содержание и порядок проведения.
17. Каков порядок расследования инцидентов, несчастных случаев на производстве, аварий?
18. Какие методы анализа аварийности и травматизма существуют и применяются на предприятии?

## **Тема 19. Управление в аварийных и чрезвычайных ситуациях техногенного и природного характера**

Понятие и классификация аварийных и чрезвычайных ситуаций. Прогнозирование и оценка поражающих факторов ЧС. Модель возникновения и развития ЧС техногенного характера. Методы и средства предотвращения ЧС техногенного характера. Ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций. Особенности защиты и ликвидации последствий ЧС на объектах нефтегазовой отрасли.

### *Методические указания*

При изучении этой темы особое внимание уделить методике оценки и мероприятиям по повышению устойчивости объекта в условиях аварийных и чрезвычайных ситуаций, способам оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, методам и средствам защиты в условиях аварийных и чрезвычайных ситуаций.

Следует подробно изучить вопросы комплектования, подготовки сил и средств, организации проведения поисково-спасательных и аварийных работ в очагах поражения.

Литература: [2, 5, 7, 11]

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что понимается под устойчивостью работы объекта?
2. Какие факторы влияют на устойчивость работы объекта?
3. Как можно оценить устойчивость работы объекта?
4. Перечислите основные мероприятия по повышению устойчивости работы объекта в условиях аварийных и чрезвычайных ситуаций.
5. Как производится оповещение об аварийных и чрезвычайных ситуациях?
6. Изложите принципиальную схему управления безопасностью в аварийных и чрезвычайных ситуациях.
7. Какие силы и средства привлекаются при реагировании на аварийные и чрезвычайные ситуации?
8. Какие функции (задачи) возлагаются на комиссии по чрезвычайным ситуациям предприятия?



## **Тема 20. Пожарная безопасность**

Общие сведения о горении. Виды механизмов воспламенения. Способы воспламенения. Причины возникновения пожаров. Опасные и вредные факторы пожара и взрыва.

Пожаровзрывоопасные свойства веществ и материалов. Номенклатура показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов.

Профилактика пожаров в зданиях. Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Понятие об огнестойкости строительных конструкций, зданий и сооружений. Противопожарные преграды.

Противопожарные требования к планировке зданий на производственной территории и к устройству электрооборудования, системам отопления и вентиляции.

Эвакуация людей из помещений. Конструктивные и планировочные решения, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей.

Методы и средства тушения пожаров. Огнегасительные вещества и их характеристика. Стационарные установки пожаротушения. Первичные средства тушения пожаров.

Средства пожарной сигнализации и связи. Типы извещателей (датчиков) и принцип их действия.

Виды и основные задачи пожарной охраны.

### *Методические указания*

При изучении этой темы необходимо ознакомиться со следующими нормативными актами: Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент “О требованиях пожарной безопасности”»; ГОСТ 12.1.004–91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»; ГОСТ 12.1.044–89 «ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения»; ГОСТ 12.4.009–83 «ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание»; НПБ-105–03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»; СНиП 31-03–2001 «Производственные здания».

Литература: [2, 3, 7].

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Назовите виды пожарной охраны и их основные задачи.
2. Изложите основные положения цепной теории воспламенения.
3. Назовите основные показатели пожаровзрывоопасности веществ и материалов и дайте их понятия (определения).
4. Чем отличается самовоспламенение от вынужденного воспламенения?
5. В чем заключается самовозгорание веществ и материалов?
6. На какие категории по взрывопожарной и пожарной опасности делятся помещения и здания?
7. Что понимается под огнестойкостью строительных конструкций и чем она определяется?
8. Назовите виды противопожарных преград и какие требования предъявляются к ним?
9. Какие выходы из помещений относятся к эвакуационным и требования, которым они должны удовлетворять?
10. Назовите методы тушения пожаров.
11. Виды огнегасительных веществ и их огнетушащие свойства.
12. Что относится к первичным средствам пожаротушения?
13. Как производится тушение горящего электрооборудования, находящегося под напряжением?
14. Какие применяются средства пожарной сигнализации и связи?

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Индивидуальное задание для выполнения контрольной работы включает пять теоретических вопросов (приведены в конце настоящих методических указаний) и две задачи. Вопросы предусматривают изучение студентом теоретических основ дисциплины и нормативно-правового обеспечения безопасной деятельности в производственной сфере. Решение задач требует углубленного рассмотрения какой-либо опасности в условиях производства и способов защиты от нее.

Контрольная работа выполняется по варианту (табл. 1), номер которого выбирается по первой букве фамилии студента.

Необходимые исходные данные для решения задач приведены в таблицах к каждой задаче. Исходные данные для решения задачи выбираются по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (номера зачетной книжки). **Будьте внимательны и не путайте номер варианта контрольной работы с номером вопросов или задач, а также с номером варианта исходных данных для решения задач!** Номер варианта исходных данных **ОБЯЗАТЕЛЬНО** указывается в решении задачи!

Таблица 1

Варианты контрольной работы

Первая буква фамилии	Номер варианта	Номера теоретических вопросов	Номера задач*
АЗП	1	6, 13, 19, 32, 48	1, 5
БИЙР	2	1, 14, 24, 41, 50	2, 6
ВК	3	7, 17, 27, 34, 47	3, 7
ГЛТ	4	3, 12, 25, 31, 49	4, 8
ДМУ	5	8, 18, 23, 39, 42	5, 9
ЕЁНФ	6	2, 11, 20, 37, 45	1, 10
ЖОХ	7	9, 21, 28, 35, 38	2, 9
ЦУЩ	8	4, 16, 29, 36, 44	3, 10
ЭЮЯ	9	10, 22, 26, 33, 43	4, 7
ЧШС	10	5, 15, 30, 40, 46	6, 8

\* **ВНИМАНИЕ!** Исходные данные для решения задач выбираются по варианту, номер которого совпадает с последней цифрой учебного шифра (номера зачетной книжки).

Например, студент Иванов с номером зачетки № 15100008 выполняет вариант контрольной работы № 2, т.е. дает ответы на теоретические вопросы 1, 14, 24, 41, 50, а также решает задачи 2 и 6, причем исходные данные к задачам выбирает согласно варианту 8.

Контрольная работа выполняется в межсессионный период после самостоятельной проработки основных теоретических вопросов и представляется на проверку до экзамена (зачета) **строго в сроки**, установленные в соответствии с графиком учебного процесса.

Ответы на теоретические вопросы следует излагать в реферативной форме, приводя при необходимости расчетные формулы, поясняющие рисунки, эскизы, схемы и указывая использованную литературу и нормативные документы. Недопустимо переписывание текста учебника или другого пособия, кроме основных понятий и определений. Автоматическое переписывание ответов на вопросы из учебников, книг и нормативных документов может служить основанием для возвращения контрольной работы на доработку.

Решение задачи должно начинаться с описания ее условия и методики расчета. Расчетные формулы должны быть написаны полностью с пояснением всех обозначений и размерностей. Наименования и обозначения физических величин должны соответствовать ГОСТ 8.417–2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин».

По тексту ответов и в расчетах обязательно должны быть ссылки на соответствующие литературные источники. Тексты ответов на вопросы и решения задач должны быть согласованы с рисунками путем цифровых обозначений.

Контрольная работа является отчетным текстовым документом, поэтому ее оформление регламентируется едиными требованиями ГОСТ 7.32–2001 «Система стандартов по информации, биб-

лиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления». Контрольная работа должна иметь титульный лист, на котором указывается название дисциплины, фамилия, имя, отчество студента, номер варианта исходных данных, который должен совпадать с последней цифрой номера зачетной книжки.

Контрольная работа оформляется на листах формата А4, страницы должны быть пронумерованы и иметь поля для замечаний проверяющего (рецензента).

Объем контрольной работы 10–15 печатных листов формата А4 или 20–25 рукописных страниц.

Если теоретические вопросы контрольной работы освещены в недостаточном объеме или не полностью, а также в случае неверного решения задач, то контрольная работа возвращается проверяющим (рецензентом) на доработку.

Если студент выполнил контрольную работу, не соответствующую его варианту, то ее необходимо переделать, т.е. выполнить свой вариант.

При установлении факта списывания студентом контрольной работы последняя не зачитывается и преподаватель выдает новое индивидуальное задание как тому студенту, который списывал, так и тому студенту, контрольная работа которого использовалась, с обязательной защитой по результатам личного собеседования с обоими студентами.

## 4. ЗАДАЧИ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

### Задача 1

Рассчитать сопротивление заземляющего устройства при использовании защитного заземления от поражения электрическим током в случае перехода напряжения на корпус электроустановки.

Исходные данные:

а) установка питана от источника трехфазного тока линейным напряжением  $U_n = 380$  В;

б) удельное сопротивление грунта  $\rho_{\text{табл}}$ , Ом·м, принимается по табл. 2 исходя из номера варианта;

в) в качестве искусственных заземлителей выступают вертикальные круглые стержни из черной стали диаметром  $d = 20$  мм и длиной  $l$ , м, принимаемой по табл. 2 исходя из номера варианта;

г) вариант размещения стержней принимается по табл. 2 исходя из номера варианта (рис. 1);

д) естественные заземлители отсутствуют.

Таблица 2

Численные данные к задаче 1

№ п/п	Показатели	Варианты (последняя цифра учебного шифра (номера зачетки) студента)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	Вид грунта (земли)	Глина	Супесок	Суглинок	Глина	Торф	Чернозем	Супесок	Супесок	Глина	Песок
1	Удельное сопротивление грунта $\rho_{\text{табл}}$ , Ом·м	80	300	100	80	30	50	300	300	80	700
2	Длина заземлителя $l$ , м	5,0	4,5	5,0	5,0	4,5	5,0	5,0	4,5	5,0	5,0
3	Отношение расстояния между стержнями $a$ к их длине $l$	3	2	3	1	2	3	1	2	2	3

Окончание табл. 2

№ п/п	Показатели	Варианты (последняя цифра учебного шифра (номера зачетки) студента)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
4	Размещение стержней	По контуру	В ряд	По контуру	В ряд	В ряд	В ряд	По контуру	По контуру	По контуру	В ряд

### Указания к решению задачи

1. Определить по Правилам устройства электроустановок (ПУЭ) (7-е изд.) допустимое сопротивление заземляющего устройства  $R_3$ .

2. Определить расчетное удельное сопротивление грунта  $\rho_{\text{расч}}$  с учетом климатического коэффициента  $\psi$ :

$$\rho_{\text{расч}} = \rho_{\text{табл}} \cdot \psi.$$

Значение коэффициента  $\psi$  принимается в зависимости от климатических зон России, вида и длины заземлителей. Для данной задачи принять  $\psi = 1,25$ .

3. Определить сопротивление одиночного вертикального стержневого заземлителя (Ом) по формуле

$$R = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2\pi l} \left( \ln \frac{2l}{d} + 0,5 \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right),$$

где  $l$ ,  $d$  и  $t$  – длина, диаметр и глубина заложения середины электрода от поверхности грунта, м, определяемая по формуле  $t = t_0 + 0,5l$ , м;  $t_0$  – глубина заложения заземлителей, 0,8 м.

Если сопротивление одиночного заземлителя окажется меньшим или равным допустимому сопротивлению заземляющего устройства  $R_3$ , т.е. если  $R \leq R_3$ , то принимаем один заземлитель.

Если сопротивление одиночного заземлителя окажется больше требуемого сопротивления заземляющего устройства  $R_3$ , т.е. если  $R > R_3$ , то необходимо использовать несколько соединенных между собой заземлителей.

4. Определить потребное количество заглубленных в грунт заземлителей  $n$  с учетом их взаимного экранирования:

$$n = \frac{R}{R_3 \xi},$$

где  $\xi$  – коэффициент использования заземлителей, учитывающий их взаимное экранирование и зависящий от количества  $n$  и расстояния между заземлителями. Значение коэффициента  $\xi$  определяется по табл. 3.

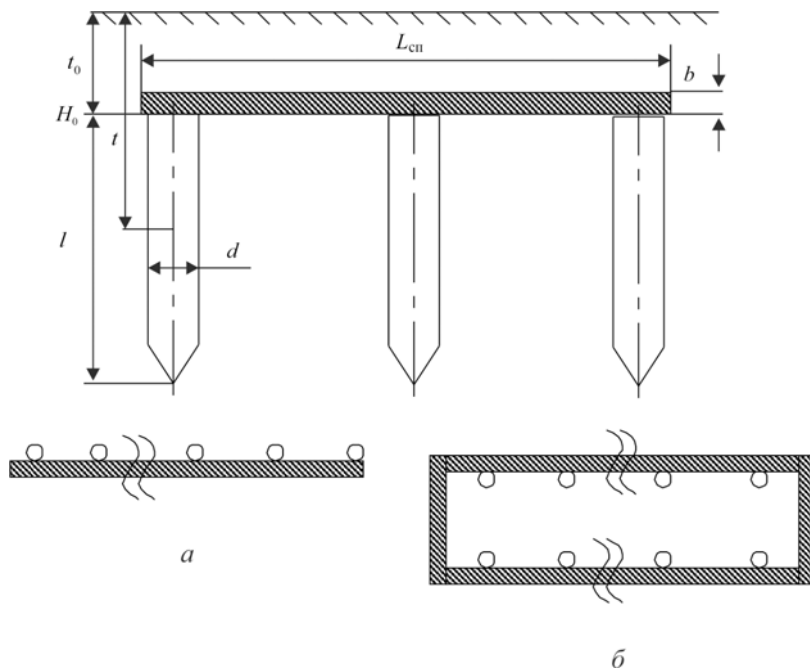


Рис. 1. Расположение электродов защитного заземления в грунте: *а* – расположение электродов в ряд; *б* – расположение электродов по контуру



Таблица 3

Коэффициенты использования вертикальных заземлителей  $\xi$   
и соединительной полосы  $\xi_{\text{сп}}$  заземлителей

Кол-во верти- каль- ных зазем- лителей	Отношение расстояния между стержнями $a$ к их длине $l$						Кол-во верти- каль- ных зазем- лите- лей	Отношение расстояния между стержнями $a$ к их длине $l$					
	1		2		3			1		2		3	
	$\xi$	$\xi_{\text{сп}}$	$\xi$	$\xi_{\text{сп}}$	$\xi$	$\xi_{\text{сп}}$		$\xi$	$\xi_{\text{сп}}$	$\xi$	$\xi_{\text{сп}}$	$\xi$	$\xi_{\text{сп}}$
<i>При расположении по контуру</i>							<i>При расположении в ряд</i>						
<b>4</b>	0,69	0,45	0,75	0,55	0,85	0,70	<b>2</b>	0,85	0,83	0,90	0,95	0,95	0,98
<b>6</b>	0,62	0,40	0,73	0,48	0,80	0,64	<b>3</b>	0,78	0,80	0,86	0,92	0,91	0,95
<b>8</b>	0,58	0,36	0,71	0,43	0,78	0,60	<b>4</b>	0,74	0,77	0,83	0,89	0,88	0,92
<b>10</b>	0,55	0,34	0,69	0,40	0,76	0,56	<b>5</b>	0,70	0,74	0,81	0,86	0,87	0,90
<b>20</b>	0,47	0,27	0,64	0,32	0,71	0,45	<b>6</b>	0,63	0,71	0,77	0,83	0,83	0,88
<b>30</b>	0,43	0,24	0,60	0,30	0,68	0,41	<b>8</b>	0,62	0,67	0,76	0,79	0,82	0,85
<b>40</b>	0,40	0,23	0,60	0,29	0,67	0,39	<b>10</b>	0,59	0,62	0,75	0,75	0,81	0,82
<b>50</b>	0,40	0,21	0,56	0,28	0,66	0,37	<b>15</b>	0,54	0,50	0,70	0,64	0,78	0,74
<b>60</b>	0,40	0,20	0,55	0,27	0,65	0,36	<b>20</b>	0,49	0,42	0,68	0,56	0,77	0,68
<b>70</b>	0,38	0,20	0,54	0,26	0,64	0,35	<b>30</b>	0,43	0,31	0,65	0,46	0,75	0,58
<b>100</b>	0,35	0,19	0,52	0,24	0,62	0,33	<b>50</b>	0,37	0,21	0,55	0,36	0,65	0,49
	–						<b>70</b>	0,30	0,19	0,50	0,33	0,55	0,46

Учитывая, что заземлители соединяются между собой стальной полосой, которая является дополнительным заземлителем, количество заземлителей можно округлить в меньшую сторону (уменьшить их количество).

5. Определить общую длину соединительной полосы:

а) при расположении заземлительных электродов по контуру

$$L_{\text{сп}} = an, \text{ м};$$

б) при расположении заземлительных электродов в ряд

$$L_{\text{сп}} = a(n-1), \text{ м},$$

где  $a$  – расстояние между электродами, принимаемое в зависимости от варианта, м;

$n$  – количество заземлителей, принимаемых из предыдущего расчета.

6. Определить сопротивление соединительной стальной полосы, Ом:

$$R_{\text{сп}} = \frac{\rho_{\text{расч}}}{2 L_{\text{сп}}} \ln \frac{2 L_{\text{сп}}^2}{b t_0},$$

где  $L_{\text{сп}}$  – общая длина соединительной полосы, м;

$b$  – ширина соединительной полосы, 40 мм.

7. Определить полное сопротивление заземляющего устройства (заземлителей и соединительной полосы), Ом:

$$R_{\text{полн}} = \frac{R \cdot R_{\text{сп}}}{R_{\xi_{\text{сп}}}^{\xi} + n \cdot R_{\text{сп}} \xi^{\xi}},$$

где  $\xi_{\text{сп}}$  – коэффициент использования соединительной полосы заземлителей, определяемый по табл. 3.

Если  $R_{\text{полн}} > R_3$ , то принятое количество заземлителей  $n$  необходимо увеличить и снова определить  $R_{\text{полн}}$ .

Если полученное значение полного сопротивления защитного заземления значительно меньше (в два и более раз) допустимого сопротивления –  $R_{\text{полн}} \ll R_3$ , необходимо уменьшить количество заземлителей.

## Задача 2

Одним из наиболее эффективных вариантов борьбы с шумом является изоляция работающих от источников шума. Это возможно, когда рабочие места могут быть удалены от шумящего оборудования и заключены в звукоизолирующую кабину с пультами управления и иными средствами автоматики.

Следует подобрать оптимальный (с точки зрения минимального расхода) материал стен звукоизолирующей кабины наблюдения и дистанционного управления (с речевой связью по телефону) в производственном помещении с шумным оборудованием, обеспечивающий внутри нее выполнение нормативных требований

СанПиН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Численные значения фактического уровня шума в помещении в октавных полосах частот и размеры кабины принять в соответствии с вариантами табл. 4.

Таблица 4

Численные значения фактического уровня шума в помещении в октавных полосах частот и размеры кабины

Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)	Размеры кабины оператора, м			Уровень звукового давления шума производственного помещения $L_i$ , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
	Длина $a$	Ширина $b$	Высота $h$	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	5,5	3,0	2,3	106	92	93	95	100	94	91	85	82
2	4,5	3,0	2,3	108	95	97	90	93	95	98	102	104
3	5,0	3,0	2,3	105	92	91	86	82	84	77	70	66
4	4,5	3,0	2,3	90	78	73	67	68	69	71	72	74
5	5,0	3,2	2,5	94	84	79	76	75	76	74	76	81
6	5,0	3,0	2,5	112	100	98	91	91	95	98	100	113
7	4,5	3,0	2,3	114	103	98	95	98	103	107	107	108
8	10,0	5,0	2,5	107	97	92	87	83	86	90	95	99
9	4,5	3,0	2,3	118	112	105	104	108	112	113	112	110
0	5,0	3,0	2,5	117	112	103	103	106	109	110	112	113

*Указания к решению задачи*

1. Требуемая звукоизолирующая способность кабины определяется по формуле

$$R_{\text{треб. каб}} = L + 10 \lg \frac{S}{B_k} - L_{\text{доп}} = \Delta L_{\text{треб}} + 10 \lg \frac{S}{B_k},$$

где  $L$  – уровень шума в расчетной точке до установки кабины, дБ;

$S$  – площадь ограждений, через которые шум проникает из шумного помещения (суммарная площадь ограждающих поверхностей кабины, за исключением пола), м<sup>2</sup>,  $S = a \cdot b + 2b \cdot h + 2a \cdot h$ ;

$a$  – длина кабины, м;

$b$  – ширина кабины, м;

$h$  – высота кабины, м;

$B_k$  – постоянная помещения кабины,  $\text{м}^2$ ,  $B_k = B_{1000} \cdot \mu$ ;

$B_{1000}$  – постоянная помещения кабины на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая в зависимости от объема помещения кабины  $V$ ,  $B_{1000} = V/20$ ;

$\mu$  – частотный множитель, определяемый по табл. 5;

$L_{\text{доп}}$  – допустимое значение уровня звукового давления в кабине на рабочем месте оператора, определяемое в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.4/2.1.8.562–96.

Расчеты производятся для каждой из девяти октавных полос. Найденные величины уровней сравниваются с допустимыми по нормам  $L_{\text{доп}}$ , и определяется требуемое снижение шума в дБ:

$$\Delta L_{\text{треб}} = L - L_{\text{доп}} .$$

Таблица 5

Частотный множитель  $\mu$

Объем помещения $V$ , $\text{м}^3$	$\mu$ при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$V < 200$	0,83	0,80	0,75	0,70	0,80	1,00	1,40	1,80	2,50
$V = 200 \dots 1000$	0,67	0,65	0,62	0,64	0,75	1,00	1,50	2,40	4,20
$V > 1000$	0,51	0,50	0,50	0,55	0,70	1,00	1,60	3,00	6,00

2. Реальный материал стен звукоизолирующей кабины выбирают таким образом, чтобы ее звукоизолирующая способность  $R_{\text{каб}}$  в каждой октавной полосе была выше требуемой, т.е.  $R_{\text{каб}} > R_{\text{треб. каб}}$ . При этом фактический уровень шума в кабине определяется выражением

$$L_{\text{каб}} = L - R_{\text{каб}} .$$

При выборе строительного материала для кабины использовать данные, приведенные в табл. 6.

Таблица 6

Звукоизолирующая способность стен  
и перегородок акустических конструкций, дБ

Материал конструкции	Толщина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц								
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Кирпичная кладка	1 кирпич	34	36	41	44	51	58	64	65	65
Кирпичная кладка	2 кирпича	44	45	45	52	59	65	70	70	70
Железобетонная плита	50 мм	25	28	34	35	35	41	48	55	55
Железобетонная плита	100 мм	32	34	40	40	44	50	55	60	70
Железобетонная плита	400 мм	43	45	48	55	61	68	70	70	70
Стеклопластик	3 мм	8	9	13	17	21	25	29	31	32
Стеклопластик	10 мм	15	17	21	25	28	31	31	34	38

### Задача 3

В помещении насосной размером  $a \times b \times h$ , м (табл. 7), отделенной от основного зала перегородкой, установлено насосно-компрессорное оборудование с заданной звуковой мощностью  $L_p$ . Рассчитать для каждой октавной полосы уровни звукового давления на рабочем месте оператора, находящегося в основном зале производственного помещения на расстоянии  $r = 4$  м от насосно-компрессорного оборудования. Сравнить с допустимыми нормативными уровнями и определить (представить в виде таблицы) требуемое снижение шума в дБ для конкретной октавной полосы частот.

Принять, что помещение акустически не обработано: пол, стены и потолок бетонные.

Таблица 7

## Численные данные к задаче 3

Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)	Размеры основного помещения, м			Уровень звукового давления шума оборудования $L_i$ , дБ, при среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
	Длина $a$	Ширина $b$	Высота $h$	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
<b>1</b>	30	25	9	117	116	116	116	119	118	116	110	103
<b>2</b>	30	25	9	119	119	118	116	118	117	118	112	106
<b>3</b>	30	18	10	110	112	109	106	107	105	105	104	101
<b>4</b>	40	17	6	97	97	98	98	97	95	92	86	82
<b>5</b>	24	18	10	102	104	105	104	105	105	103	92	87
<b>6</b>	30	15	12	95	96	94	114	111	110	104	91	84
<b>7</b>	24	15	10	100	102	101	104	105	107	97	81	80
<b>8</b>	12	16	4	118	120	120	125	114	111	107	101	101
<b>9</b>	12	16	10	111	112	114	115	113	108	101	97	95
<b>0</b>	12	12	6	105	107	108	106	104	102	98	95	89

*Указания к решению задачи*

1. Уровень звукового давления  $L$ , дБ, в расчетной точке на рабочем месте производственного помещения, в котором находится источник шума, с учетом влияния прямого и отраженного звука от источника шума выражается формулой

$$L = L_p + 10 \cdot \lg \left( \frac{x \cdot \phi}{S} + \frac{4\psi}{B} \right),$$

где  $L_p$  – октавный уровень звукового давления источника шума, дБ;  
 $x$  – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля и принимаемый в зависимости от расстояния  $r$ , м, меж-

ду акустическим центром источника и расчетной точкой к максимальным габаритным размерам  $l_{\max}$ , м, источника шума, равный 1

при условии  $\frac{r}{l_{\max}} \geq 2$ ;

$\phi$  – фактор направленности источника шума, безразмерная величина, определяемая опытными данными: для источников шума с равномерным излучением звука принимают  $\phi = 1$ ;

$S$  – для источника шума, устанавливаемого на полу,  $\text{м}^2$ ,  $S = 2\pi r^2$ ;

$\psi$  – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении, принимаемый для акустически не обработанных помещений равным 1;

$B$  – постоянная помещения,  $\text{м}^2$ ,  $B = B_{1000} \cdot \mu$ ;

$B_{1000}$  – постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц, определяемая в зависимости от объема помещения  $V$ ,  $\text{м}^3$ ,  $B_{1000} = V/20$ ;

$\mu$  – частотный множитель, определяемый по табл. 5.

Расчеты производят для каждой октавной полосы.

2. Найденные величины уровней в октавных полосах  $L$  сравнивают с допустимыми нормативными значениями  $L_{\text{доп}}$ , дБ, определяемыми согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки», они определяют требуемое снижение шума  $\Delta L_{\text{треб}}$ , дБ:

$$\Delta L_{\text{треб}} = L - L_{\text{доп}}.$$

3. В заключение необходимо сделать выводы об условиях работы в производственном помещении и, если требуется, представить в виде таблицы необходимое дополнительное снижение уровней звукового давления шума оборудования в конкретных октавных полосах частот.

### Задача 4

Рассчитать общее равномерное освещение рабочего помещения (количество светильников и количество ламп в светильниках) методом коэффициента использования светового потока, учитывающего отраженный от пола и потолка световой поток.

Исходные данные:

- а) система освещения – общее равномерное;
- б) разряд, подразряд зрительных работ принять для соответствующего варианта из табл. 8 исходя из характеристик объекта различения, фона и контраста объекта различения с фоном;
- в) размеры помещения  $A \times B$ , м, и высоту помещения  $H$ , м, принять из соответствующего варианта табл. 8;
- г) величина свеса, т.е. расстояние от потолка до края светильника,  $h_c = 0,5$  м;
- д)  $h_{\text{рп}}$  – высота рабочей поверхности, м,  $h_{\text{рп}} = 0,8$  м;
- е) коэффициент отражения потолка  $\rho_{\text{п}}$  и коэффициент отражения стен  $\rho_{\text{с}}$ , %, принять из соответствующего варианта табл. 8;
- ж) коэффициент запаса  $K_z$  принять из соответствующего варианта табл. 8;
- з) при расчетах использовать светильники серии ЛСП 06 с двумя люминесцентными лампами ЛБ мощностью 65 Вт;
- и) длина светильника  $b = 1524$  см;
- к) стандартный световой поток лампы ЛБ мощностью 65 Вт  $F_{\text{л}} = 4650$  лм;
- л) напряжение питания осветительной сети 220 В.

Таблица 8

Численные данные к задаче 4

№ п/п	Параметр	Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Размеры помещения										
2	Длина помещения $A$ , м	50	20	60	50	70	76	65	24	40	56



Окончание табл. 8

№ п/п	Параметр	Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	Ширина помещения $B$ , м	20	15	24	24	20	24	18	12	12	18
4	Высота помещения $H$ , м	5	5	8	6	5	6	8	5	7	8
5	Наименьший объект различения, мм	0,40	0,32	0,52	0,38	0,34	0,23	0,54	0,46	0,42	0,45
6	Контраст объекта с фоном	Малый	Большой	Средний	Большой	Большой	средний	Малый	Малый	Малый	Средний
7	Характеристика фона	Средний	Темный	Средний	Светлый	Средний	Светлый	Темный	Средний	Светлый	Светлый
8	Коэффициент запаса, $K_3$	1,3	1,5	1,8	2,0	1,5	1,8	1,3	1,5	1,8	2,0
9	Коэффициент отражения потолка $\rho_n$ , %	30	50	70	30	50	70	30	50	70	70
10	Коэффициент отражения стен $\rho_c$ , %	10	30	50	10	30	50	10	30	50	50

*Указания к решению задачи*

1. Исходя из нормативных требований СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» определить минимальную нормируемую освещенность  $E_{\min}$ , лк, для указанных в вариантах табл. 8 характеристик объекта различения, фона и контраста объекта различения с фоном.

2. Определить расчетный световой поток  $F$  всей группы светильников в помещении. Световой поток, падающий от источников света на освещаемую поверхность, всегда меньше, чем световой

поток, излучаемый этими источниками. Отношение потока, падающего на данную поверхность, к потоку, излучаемому этим же источником света, называется коэффициентом использования и обозначается  $\eta$ . Метод коэффициента использования применяют при расчетах в случае равномерного размещения светильников по потолку при большой плотности технологического оборудования и равномерном его расположении по производственному помещению. Основная расчетная формула метода коэффициента использования, лм, имеет вид

$$F = \frac{E_{\min} K_3 S Z}{\eta},$$

где  $E_{\min}$  – нормируемая минимальная освещенность, лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>,  $S = A \cdot B$ ;

$K_3$  – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение источника света, светотехнической арматуры, стен и других отражающих поверхностей, а также наличие в воздухе помещения дыма, пыли;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения (отношение средней освещенности к минимальной), для люминесцентных ламп  $Z = 1,1$ ;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока, который показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. В общем случае коэффициент использования светового потока  $\eta$  зависит от типа светильника (его КПД и кривой распределения силы света светильника), высоты светильников над рабочей поверхностью и коэффициентов отражения стен и потолка, а также индекса помещения  $i$ , который определяется по формуле

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

где  $A$  и  $B$  – длина и ширина помещения, лк;

$h$  – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м,

$$h = H - h_{\text{пр}} - h_{\text{с}}.$$

Значение коэффициента использования светового потока  $\eta$  следует принять по табл. 9 с учетом индекса помещения  $i$ .

3. Определить необходимое количество светильников  $N$  для обеспечения требуемой освещенности рабочей поверхности:

$$N = \frac{F}{k \cdot F_{\text{л}} \cdot n},$$

где  $k$  – коэффициент разброса светового потока относительно стандартного светового потока выбранной лампы,  $k = 0,9 \dots 1,2$ ;

$n$  – число ламп в светильнике,  $n = 2$ .

Таблица 9

Коэффициент использования светового потока  $\eta$ , %

Индекс помещения, $i$	$\eta$ , %		
	$\rho_{\text{п}} = 30 \%$	$\rho_{\text{п}} = 50 \%$	$\rho_{\text{п}} = 70 \%$
	$\rho_{\text{с}} = 10 \%$	$\rho_{\text{с}} = 30 \%$	$\rho_{\text{с}} = 50 \%$
0,5	23	26	31
0,6	30	33	37
0,7	35	38	42
0,8	39	41	45
0,9	42	44	48
1,0	44	46	49
1,1	46	48	51
1,25	48	50	53
1,5	50	52	56
1,75	52	55	58
2,0	55	57	60
2,25	57	59	62
2,5	59	61	64
3,0	60	62	66
3,5	61	64	67
4,0	63	65	68
5,0	64	66	70

4. Разместить необходимое количество светильников  $N$  по геометрии помещения с учетом обеспечения равномерности освещения рабочей поверхности.

Для достижения равномерной горизонтальной освещенности светильники с люминесцентными лампами рекомендуется располагать рядами, параллельными стенам с окнами или длинным сторонам помещения.

Определить оптимальное число рядов светильников в помещении  $C$ . Равномерное освещение горизонтальной поверхности достигается при определенном отношении расстояния между центрами светильников  $L$  в случае многорядного их расположения к расчетной высоте их подвеса над рабочей поверхностью  $h$ . Оптимальное расстояние между центрами светильников определяется по формуле  $L = 1,5 h$ , м. Оптимальное расстояние от крайних рядов светильников до стены рекомендуется принимать равным  $L/3$ . При определении числа рядов следует учесть, что их уменьшение ведет к резкой неравномерности освещенности, а чрезмерное увеличение приводит к удорожанию устройства и обслуживания освещения.

Определить число светильников в ряду:  $N_p = \frac{N}{C}$ .

Определить длину светильников в ряду:

$$L_p = N_p \cdot b.$$

Если общая длина светильников в ряду близка к геометрической длине ряда светильников, то ряд получается сплошным. Если эта длина меньше длины ряда, то светильники в ряду размещают с равными промежутками. Рекомендованное расстояние между светильниками в ряду 25–50 см. При длине светильников больше длины ряда увеличивают число рядов или каждый ряд образуют из двоярных или строенных светильников.

5. Составить эскиз плана рабочего помещения с поперечным разрезом и расположением светильников с указанием всех необходимых размеров.

6. Определить электрическую мощность всей осветительной системы.

### Задача 5

Рассчитать местное освещение рабочей поверхности точечным методом с использованием пространственных изолуокс.

Исходные данные:

- а) тип светильника – ППД-100;
- б) источник света – лампа накаливания;
- в) напряжение питания – 220 В;

г)  $h$  и  $d$  – соответственно высота подвеса светильника и расстояние от проекции центра источника света на рабочую поверхность до точки  $A$  рабочей зоны с наименьшей (по сравнению с требуемой) освещенностью, см;

д) значение минимальной нормативной освещенности  $E_n$  определяется исходя из нормативных требований СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» в зависимости от разряда зрительной работы.

Численные значения исходных данных принять по табл. 10.

Таблица 10

Численные данные к задаче 5

№ п/п	Показатели	Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Высота подвеса светильника $h$ , см	70	50	40	80	50	80	40	60	40	50
2	Расстояние $d$ , см	90	100	60	30	50	90	60	10	50	25
3	Разряд зрительной работы	IV б	V а	IV в	III з	IV а	IV б	V а	IV в	III з	IV а
4	Коэффициент запаса $K_z$	2,0	1,4	1,5	1,8	1,3	2,0	1,4	2,0	1,5	1,3

#### *Указания к решению задачи*

Точечным методом можно рассчитывать локализованное и местное освещение на горизонтальной, вертикальной и наклонной рабочих поверхностях. Этот метод позволяет определить световой поток лампы, падающий от светильника на рабочую поверхность, по заданной освещенности (рис. 2).

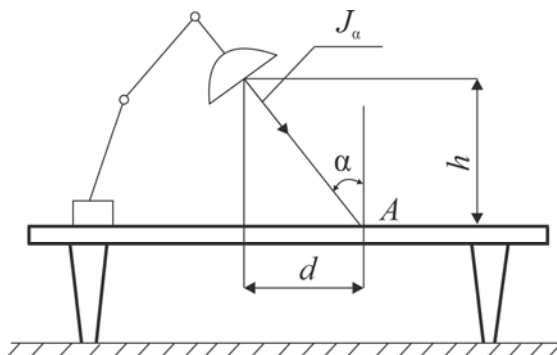


Рис. 2. Расчетная схема местного освещения

В основу точечного метода положено уравнение, связывающее освещенность и силу света:

$$E_y = \frac{J_\alpha \cos \alpha}{r^2},$$

где  $E_y$  – условная освещенность от одиночного светильника, лк;

$J_\alpha$  – сила света в направлении контрольной точки  $A$ , кд;

$\alpha$  – угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением вектора силы света в точку;

$r$  – расстояние от светильника до расчетной точки на освещаемой поверхности, м.

Условную освещенность от одиночного светильника вычисляют путем замены  $r$  на  $\frac{h}{\cos \alpha}$ :

$$E_y = \frac{J_\alpha \cos^3 \alpha}{K_3 h^2}.$$

Определение  $E_y$  для контрольной точки производится с помощью пространственных кривых равной условной горизонтальной освещенности (изолюкс) – рис. 3, которые составлены для различных типов стандартных светильников с условной лампой в 1000 лм в прямоугольной системе координат в зависимости от высоты подвеса светильника  $h$  и расстояния  $d$  проекции светильника на горизонтальную поверхность до контрольной (характерной) точки. Ес-

ли расчетная точка не совпадает точно с изолюксами, то  $E_y$  определяется интерполированием между ближайшими изолюксами. Если заданные  $h$  и  $d$  выходят за пределы шкал на графиках, возможно обе эти координаты увеличить (уменьшить) в  $n$  раз так, чтобы точка оказалась в пределах графика, и определенное по графику значение  $E_y$  уменьшить (увеличить) в  $n^2$  раз.

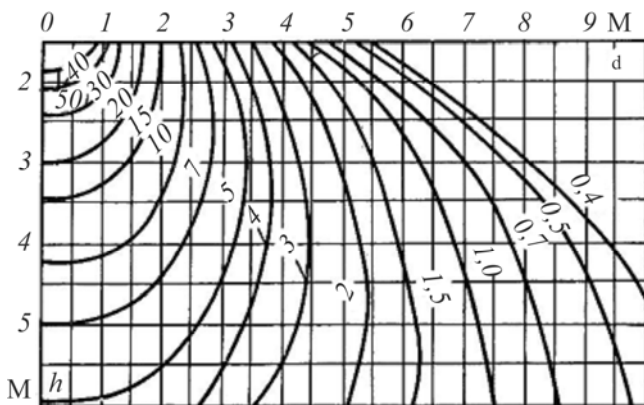


Рис. 3. Пространственные изолюксы условной горизонтальной освещенности светильников ППД-100

Определив освещенность для условной лампы с потоком 1000 лм, рассчитывают с вводом в формулу коэффициента запаса  $K_3$  величину светового потока  $F_{л}$ , лм, от потребной к установке в светильник лампы для создания освещенности согласно нормативным требованиям:

$$F_{л} = \frac{1000E_{н}K_3}{E_y},$$

где  $E_{н}$  – минимальная нормируемая освещенность, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса.

По полученному световому потоку из табл. 11 выбирают ближайшую стандартную лампу, световой поток которой отличается от расчетного не более чем на  $-10$  или  $+20$  %, и определяют ее мощность.

Таблица 11

## Значения светового потока ламп накаливания

Мощность лампы, Вт	Напряжение, В	Световой поток, лм
40	220	336
60	220	540
100	220	1000
150	220	1710
200	220	2510
300	220	4100
500	220	7560
750	220	12 230
1000	220	17 200

**Задача 6**

В производственном помещении высотой 2,8 м и площадью  $S$ , м<sup>2</sup>, необходимо произвести покраску. Покраску производят  $N$  работников за время  $t$ , ч. Содержание летучих компонентов в краске –  $B$ , %, удельный расход краски –  $\sigma$ , г/м<sup>2</sup>. В качестве растворителя используется ацетон (ПДК = 0,047 г/м<sup>3</sup>).

Определить реальную концентрацию токсичных веществ (ацетона) в воздухе рабочей зоны при проведении окрасочных работ, сравнить с предельно допустимой концентрацией (ПДК), дать рекомендации по обеспечению нормативных условий труда.

Определить необходимое время проветривания помещения  $t_{\text{прветр}}$ , мин, для обеспечения нормативных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Проветривание осуществляется естественным способом через открытые форточки размером 200×40 см, скорость движения воздуха  $v_{\text{в}} = 0,4$  м/с.

Исходные данные принять по табл. 12.



Численные данные к задаче 6

Вариант (последняя цифра учебного шифра сту- дента)	Площадь помещения $S, \text{ м}^2$	Количество людей, произво- дящих ок- раску, $N$	Время ра- боты $t, \text{ ч}$	Содержа- ние лету- чих компо- нентов $B,$ %	Удельный расход $\sigma,$ $\text{ г/м}^2$
1	18,2	2	2,0	35	32,0
2	24,2	2	2,0	35	33,0
3	27,4	2	2,0	38	33,5
4	32,6	3	2,5	38	33,7
5	41,7	3	2,5	40	34,0
6	56,1	4	3,0	40	34,0
7	68,8	4	3,0	42	34,5
8	76,7	4	3,0	44	34,6
9	90,3	5	3,5	46	34,7
0	102,6	5	4,0	48	34,8

*Указания к решению задачи*

1. Вычислить производительность труда работников, занятых окраской,  $\text{ м}^2/\text{ч}$ :

$$\Pi = \frac{S}{tN}.$$

2. Определить количество выделившихся паров растворителя,  $\text{ г/ч}$ :

$$C = 0,01B\sigma\Pi.$$

3. Рассчитать реальную концентрацию токсичных веществ в воздухе помещения,  $\text{ г/м}^3$ :

$$q_p = \frac{C}{V_{\text{пом}}},$$

где  $V_{\text{пом}}$  – объем производственного помещения,  $\text{ м}^3$ .

4. Рассчитать объем воздуха, который необходимо подать в помещение для разбавления вредных веществ,  $\text{ м}^3/\text{г}$ :

$$L_p = 1,3 \cdot C / \text{ПДК}.$$

5. Необходимое время проветривания определяется по формуле

$$t_{\text{проветр}} = \frac{L_p}{S_{\text{ф}} \cdot v_{\text{в}}},$$

где  $S_{\text{ф}}$  – площадь сечения форточки.

### Задача 7

Произошла разгерметизация баллона с горючим газом (пропаном), в результате чего весь газ поступил в помещение. Необходимо определить длину помещения, полностью исключающую взрыв газа.

При решении задачи использовать данные, приведенные в табл. 13, и учесть, что свободный объем помещения соответствует 80 % геометрического, а сетка колонн здания составляет 6 м.

Таблица 13

Численные данные к задаче 7

Вариант (последняя цифра учебного шифра сту- дента)	Объем баллона с га- зом*, м <sup>3</sup>	Температура воздуха в помещении $t_{\text{в}}$ , °С	Атмосферное давле- ние $P_{\text{в}}$ , мм рт. ст.	Нижний концентра- ционный предел рас- пространения пламе- ни при заданных ус- ловиях $C_{\text{н}}$ , % (об.)	Высота поме- щения $H$ , м	Ширина поме- щения $B$ , м
1	5	18	750	2,3	4,0	6
2	12	19	755	2,4	2,5	12
3	16	20	760	2,5	2,75	18
4	24	21	765	2,3	3,0	6
5	16	22	750	2,4	3,5	12
6	12	23	755	2,5	3,75	18
7	5	24	760	2,3	4,0	6
8	12	25	765	2,4	6,0	12
9	5	18	750	2,5	2,8	18
10	12	19	755	2,3	3,2	6

\* Объем вышедшего из баллона газа  $V_6$  связан с объемом баллона следующим соотношением: 5 л баллона – 8 м<sup>3</sup> газа, 12 л – 19 м<sup>3</sup>, 16 л – 25 м<sup>3</sup>, 24 л – 38 м<sup>3</sup>.

*Указания к решению задачи*

1. Зная, что свободный объем помещения ( $V_{п св}$ , м<sup>3</sup>) соответствует 80 % геометрического, определить геометрический объем помещения ( $V_{п}$ , м<sup>3</sup>):

$$V_{п} = V_{п св} / 0,8.$$

2. Свободный объем помещения ( $V_{п св}$ , м<sup>3</sup>), полностью исключаящий взрыв газа, можно определить по формуле

$$V_{п св} = m / C,$$

где  $m$  – масса горючего газа, вышедшего в результате расчетной аварии в помещение и равномерно распределенного в нем, кг,  
 $m = V_6 \rho_{г}$ ;

$V_6$  – объем газа, вышедшего из баллона, м<sup>3</sup>;

$\rho_{г}$  – плотность газа при расчетной температуре  $t_t$ , кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_{г} = M / [V_0 (1 + 0,003 67 t_t)]$ ;

$M$  – молекулярная масса вещества, кг/кмоль;

$V_0$  – молярный объем газа, м<sup>3</sup>/кмоль,  $V_0 = 22,413$ ;

$t_t$  – расчетная температура, °С, в данном случае соответствует температуре воздуха в помещении;

$C$  – массовая концентрация, кг/м<sup>3</sup>,  $C = ПДВК' M / 100 V_i$ ;

ПДВК' – предельно допустимая взрывобезопасная концентрация вещества, об. %, ПДВК' =  $C_{н} / K'_{6}$ ;

$C_{н}$  – нижний концентрационный предел распространения пламени при заданных условиях, об. %;

$K'_{6}$  – коэффициент безопасности со степенью надежности 0,999; для пропана  $K'_{6} = 1,24$ ;

$V_t$  – мольный объем газа при заданных условиях, л/моль; определяется из формулы

$$P_0 V_0 / T_0 = P_t V_t / T_t,$$

где  $P_0$ ,  $V_0$ ,  $T_0$  – давление, мольный объем и температура воздуха при нормальных условиях,  $P_0 = 760$  мм рт. ст.,  $V_0 = 22,413$  л/моль,  $T_0 = 273$  К;

$P_t$ ,  $T_t$  – давление и температура воздуха при заданных условиях, мм рт. ст. и К соответственно.

### Задача 8

Определить границы опасной зоны работы крана  $L \times B$  м. По полученным данным начертить схему опасной зоны.

При решении задачи использовать данные, приведенные в табл. 14.

Таблица 14

Численные данные к задаче 8

Вариант (последняя цифра учебного шифра)	Максимальная высота подвеса груза $h$ , м	Длина подкранового пути $l$ , м	Ширина колеи подкранового пути $b$ , м	Максимальный вылет стрелы крана $R$ , м
1	15	10	3,0	6
2	20	15	3,5	7
3	60	20	4,0	8
4	75	25	4,2	9
5	125	30	4,5	10
6	160	15	3,2	11
7	205	17	3,4	12
8	100	19	3,6	13
9	150	20	3,0	10
0	210	24	3,2	14

### Указания к решению задачи

1. Граница опасной зоны работы крана с учетом площади между подкрановыми путями, увеличенной в каждую сторону на  $(R + S_n)$ , определяется как

$$\text{длина } L = l + 2 \cdot (R + S_n);$$

$$\text{ширина } B = b + 2 \cdot (R + S_n),$$

где  $l$  – длина подкранового пути, м;

$b$  – ширина колеи, м;

$R$  – максимальный вылет стрелы крана, м;

$S_n$  – отлет груза при его падении с высоты, м (табл. 15).

Таблица 15

Величина опасной зоны  $S_n$  в зависимости  
от высоты падения груза

№ п/п	Высота возможного падения, м	Граница опасной зоны $S_n$ вблизи мест перемещения грузов (от горизонтальной проекции траектории перемещения), м
1	до 20	7
2	20–70	10
3	70–120	15
4	120–200	20
5	200–300	25

### Задача 9

Рассчитать последствия воздействия ударной волны, возникшей после взрыва емкости со сжатым газом / взрыва газозвдушной смеси.

Провести оценку степени разрушения здания (табл. 16), сделать выводы о возможности опрокидывания и/или смещения предложенных объектов (см. табл. 16).

Таблица 16

## Численные данные к задаче 9

Вариант (последняя цифра учебного шифра)	Источник взрыва: начальное давление, МПа, или тротильный эквивалент, кг	Объем емкости или объемом помещения, м <sup>3</sup>	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва, м	Высота объекта, м	Ширина объекта, м	Площадь поперечного сечения объекта, м <sup>2</sup>	Масса объекта, кг	Коэффициент трения	Коэффициент аэродинамического сопротивления
1	Емкость со сжатым воздухом 0,5 МПа	100,0	Многоэтажное кирпичное здание	100	–	–	–	–	–	–
			Приборная стойка	50	2,0	0,5	0,4	20,0	0,3	0,85
2	Емкость со сжатым воздухом 10 МПа	0,05	Одноэтажное кирпичное здание	10	–	–	–	–	–	–
			Антенное устройство	15	1,5	1,5	1,8	10,0	0,16	1,6
3	Взрыв газозвоздушной смеси: 10 кг горючего вещества	100,0	Промышленное здание с железобетонным каркасом	2	–	–	–	–	–	–
			Приборная стойка	2	0,5	0,4	0,1	10,0	0,85	0,3
4	Емкость со сжатым воздухом 0,05 МПа	100,0	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	10	–	–	–	–	–	–
			Приборная стойка	15	0,9	0,4	0,18	20	0,5	0,9
5	Емкость со сжатым воздухом 1 МПа	0,5	Многоэтажное кирпичное здание с остеклением	20	–	–	–	–	–	–
			Приборная стойка	20	0,9	0,6	0,18	30,0	0,3	0,85
6	Емкость со сжатым воздухом 20 МПа	0,8	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	10	–	–	–	–	–	–
			Антенное устройство	10	0,5	0,4	0,1	30,0	0,9	0,4
7	Взрыв газозвоздушной смеси: 2 кг горючего вещества	100,0	Промышленное здание с металлическим каркасом	2	–	–	–	–	–	–
			Приборная стойка	2	0,9	0,3	0,18	20,0	0,85	0,5
8	Емкость со сжатым воздухом 1 МПа	10,0	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	10	–	–	–	–	–	–
			Антенное устройство	10	0,5	0,3	0,1	10,0	0,85	0,4

Окончание табл. 16

Вариант (последняя цифра учебного шифра)	Источник взрыва: начальное давление, МПа, или тротиловый эквивалент, кг	Объем емкости или объемом помещения, м <sup>3</sup>	Объект воздействия	Расстояние от центра взрыва, м	Высота объекта, м	Ширина объекта, м	Площадь поперечного сечения объекта, м <sup>2</sup>	Масса объекта, кг	Коэффициент трения	Коэффициент аэродинамического сопротивления
9	Емкость со сжатым воздухом 1 МПа	5,0	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	8	–	–	–	–	–	–
			Антенное устройство	8	1,6	0,4	0,3	30,0	1,2	0,5
0	Взрыв газозвоздушной смеси: 50 кг горючего вещества	500,0	Одноэтажное кирпичное здание с остеклением	5	–	–	–	–	–	–
			Приборная стойка	5	1,4	0,2	0,2	100,0	0,85	0,4

*Указания к решению задачи*

1. Тротиловый эквивалент  $q$ , кг, определяется по формуле

$$q = \frac{A}{3,8},$$

где  $A$  – работа взрыва газа при адиабатном расширении, МДж,

$$A = \frac{(p_1 \cdot V) \left[ 1 - \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{m-1}{m}} \right]}{(m-1)};$$

$p_1$  – начальное давление в сосуде, МПа;

$p_2$  – конечное давление, МПа,  $p_2 = 0,1p_1$ ;

$V$  – начальный объем газа, м<sup>3</sup>;

$m$  – показатель адиабаты,  $m = 1,4$ .

2. Избыточное давление, кПа, при взрыве емкости определяется по формуле

$$\Delta P = 105 \frac{\sqrt[3]{0,5q}}{R} + 410 \frac{\sqrt[3]{(0,5q)^2}}{R^2} + 1370 \frac{0,5q}{R^3},$$

где  $R$  – расстояние от центра взрыва, м.

3. Избыточное давление, кПа, во фронте ударной волны при взрыве газозвоздушной смеси определяется по формуле

$$\Delta P = \frac{mH_T p_0 z}{V_n c p T_0 R_n},$$

где  $m$  – масса горючего газа, кг;

$H_T$  – удельная теплота сгорания, кДж/кг,  $H_T = 40 \cdot 10^3$ ;

$p_0$  – начальное давление, кПа,  $p_0 = 101$ ;

$z$  – доля участия взвешенного дисперсного продукта при взрыве,  $z = 0,5$ ;

$V_n$  – объем помещения, м<sup>3</sup>;

$c$  – удельная теплоемкость воздуха, кДж/(К·кг),  $c = 1,01$ ;

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>,  $\rho = 1,29$ ;

$T_0$  – температура в помещении, К,  $T_0 = 300$ ;

$R_n$  – коэффициент негерметичности помещения и неадиабатичность процесса горения,  $R_n = 3$ .

4. Степень разрушения объекта воздействия оценивают по критерию физической устойчивости (сильное, среднее, слабое).

Если под воздействием ударной волны с избыточным давлением элементы производственного комплекса разрушаются полностью, разрушение оценивается как *сильное*; если элементы производственного комплекса в этих условиях могут быть восстановлены в короткие сроки, разрушение оценивается как *среднее* или *слабое*.

Степень разрушения производственных комплексов в зависимости от избыточного давления может быть оценена по табл. 17.



Таблица 17

## Степень разрушения производственных комплексов

Наименование объекта воздействия	Степень разрушения		
	Сильная	Средняя	Слабая
	Избыточное давление $\Delta P$ , кПа		
Промышленное здание с металлическим или железобетонным каркасом	50–60	40–50	20–40
Кирпичное многоэтажное здание с остеклением	20–30	10–20	8–10
Кирпичное одно- и двухэтажное здание с остеклением	25–35	15–25	8–15

5. Скоростной напор взрыва, кПа, определяется по формуле

$$P_{\text{ск}} = \frac{2,5 \cdot \Delta P^2}{(\Delta P + 7p_0)}.$$

6. Воздействие взрыва на объекты (оборудование, установки и т.д.) оценивают по критериям опрокидывания и смещения.

Степени опрокидывания антенного устройства или приборной стойки оцениваются допустимым скоростным напором взрыва, Па:

$$P_{\text{ск}}^{\text{ОПР}} \leq \left(\frac{a}{b}\right) \cdot \frac{G}{C_x \cdot S},$$

где  $a$  и  $b$  – высота и ширина объекта, м;

$G$  – масса объекта, Н;

$C_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления;

$S$  – площадь поперечного сечения объекта, м<sup>2</sup>.

Если скоростной напор взрыва  $P_{\text{ск}}$  больше допустимого при опрокидывании  $P_{\text{ск}}^{\text{ОПР}}$ , то антенное устройство или приборная стойка опрокинется.

Степень смещения антенного устройства или приборной стойки оценивается допустимым скоростным напором взрыва, Па:

$$P_{\text{ск}}^{\text{CM}} \leq \frac{fG}{C_x S},$$

где  $f$  – коэффициент трения.

Если скоростной напор взрыва  $P_{\text{ск}}$  больше допустимого при смещении  $P_{\text{ск}}^{\text{CM}}$ , то антенное устройство или приборная стойка сместится.

### Задача 10

По данным измерений вибрации на частоте работы вибромашины  $f$ , Гц, установлено, что уровень виброскорости на рабочем месте оператора составляет  $L_{\text{факт}}$ , дБ, что выше нормативных значений согласно СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».

Наиболее рациональным способом борьбы с передачей вибрации на рабочее место оператора является применение виброизоляторов.

Рассчитать необходимую высоту  $l$ , см, и диаметр  $d$ , см, цилиндрических резиновых виброизоляторов, используя в качестве исходных данные табл. 18.

Количество виброизоляторов  $m$  принять равным четырем.

Таблица 18

Численные данные к задаче 10

Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)	Масса вибромашины, кг	Число оборотов вибромашины $n$ , мин <sup>-1</sup>	Уровень виброскорости $L_{\text{факт}}$ , дБ	Материал виброизолятора	Допустимая нагрузка на прокладку $\sigma$ , кг/см <sup>2</sup>	Динамический модуль упругости $E_g$ , МПа
1	100	5000	113	Резина мягкая	0,8	4,3
2	150	4500	109	Резина средней жесткости	3,5	5,9
3	300	4500	108	Резина губчатая	0,3	3,6

Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)	Масса вибромашины, кг	Число оборотов вибромашины $n$ , мин <sup>-1</sup>	Уровень виброскорости $L_{\text{факт}}$ , дБ	Материал виброизолятора	Допустимая нагрузка на прокладку $\sigma$ , кг/см <sup>2</sup>	Динамический модуль упругости $E_g$ , МПа
4	500	3000	107	Резина мягкая	0,8	4,3
5	400	3000	110	Резина средней жесткости	3,5	5,9
6	350	3500	111	Резина мягкая	0,8	4,3
7	400	3000	110	Резина мягкая	0,8	4,3
8	450	3000	107	Резина мягкая	0,8	4,3
9	500	3000	109	Резина средней жесткости	3,5	5,9
0	150	3000	111	Резина средней жесткости	3,5	5,9

*Указания к решению задачи*

1. Частота вынужденных колебаний системы, Гц,

$$f = \frac{n}{60},$$

где  $n$  – число оборотов машины, мин<sup>-1</sup>.

2. Показателем качества виброизолятора является коэффициент передачи для различных частот вынужденных колебаний (уменьшение виброскорости, передаваемой на рабочее место оператора)  $\mu$ , величина которого определяется отношением частоты вынужденных колебаний  $f$  к частоте собственных колебаний оборудования  $f_0$ :

$$\mu = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1}.$$

На частотах  $f < 1,41f_0$  эффективность виброизоляции незначительна.

Очень опасно совпадение частот  $f = f_0$ , так как это приводит к проявлению резонанса.

Оптимальным для снижения уровня вибрации является соотношение  $f > 3f_0$ .

3. При найденном значении требуемой (максимальной) частоты собственных колебаний  $f_0$  определить требуемую суммарную динамическую жесткость  $K_0$ , используя выражение

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{K_0}{M_0}},$$

где  $K_0$  – динамическая жесткость виброизолирующей системы, кг/см<sup>2</sup>;

$M_0$  – масса машины, кг.

4. Общая требуемая площадь виброизоляторов под вибромашину, см<sup>2</sup>,

$$\zeta = ms = \frac{M_0}{\sigma},$$

где  $s$  – площадь поперечного сечения одного виброизолятора, см<sup>2</sup>;

$m$  – общее количество виброизоляторов;

$\sigma$  – допустимая нагрузка на прокладку, кг/см<sup>2</sup> (см. табл. 18).

5. Определить требуемую высоту виброизолятора  $l$ , принимая во внимание, что динамическая жесткость цилиндрических резиновых виброизоляторов определяется из выражения

$$K_0 = E_g \cdot \frac{\zeta}{\alpha l},$$

где  $E_g$  – динамический модуль упругости, кг/(см·с<sup>2</sup>);

$l$  – высота виброизолятора, см;

$\alpha$  – коэффициент формы виброизолятора, зависящий от отношения  $l/d$ , где  $d$  – диаметр цилиндрического виброизолятора;  $\alpha = 0,65$ .

6. Определить диаметр цилиндрических виброизоляторов  $d$ , см:

$$d = \sqrt{\frac{4s}{\pi}}.$$

Провести анализ на обеспечение устойчивости системы виброизоляции от опрокидывания в процессе эксплуатации. Учесть, что резиновые виброизоляторы сохраняют устойчивость при условии  $l \leq d \leq (1,5 \dots 2,0) l$ .

Если габариты виброизоляторов оказываются неприемлемыми, производится расчет второго приближения, в котором задается меньшее значение высоты изолятора, выбирается материал с меньшей жесткостью или увеличивается число виброизоляторов.

7. Рассчитать ослабление уровня вибрации  $\Delta L_v$ , дБ, при  $f > 3f_0$ :

$$\Delta L_v = 20 \lg \left( \frac{1}{\mu} \right) \approx 40 \lg \left( \frac{f}{f_0} \right),$$

где  $\mu$  – коэффициент передачи вибрации на определенной частоте.

Сравнить полученные после внедрения виброизоляции значения уровней виброскорости  $L_{v, \text{изол}} = L_{\text{факт}} - \Delta L_v$  с действующими согласно СН 2.2.4/2.1.8.566–96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» нормативными значениями.

## 5. ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

1. Обязанности работодателя и работника по обеспечению требований охраны труда на предприятиях в соответствии с Трудовым кодексом РФ.

2. Права и обязанности граждан и предприятий по вопросам санитарно-эпидемиологического благополучия в соответствии с Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

3. Права и обязанности граждан и предприятий в области пожарной безопасности в соответствии с федеральными законами «О пожарной безопасности» и «Технический регламент “О требованиях пожарной безопасности”».

4. Система человек – техника – среда, состояния системы, модель эффективности системы, стоимость системы безопасности.

5. Общая характеристика и классификация опасных природных факторов. Опасные факторы природы. Влияние факторов природы на человека.

6. Общая характеристика и классификация производственных источников опасности. Параметры источников опасности. Допустимые значения параметров источников опасности. Нормирование параметров уровня техногенного воздействия. Оценка безопасности источника опасности.

7. Физические и нервно-психические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки.

8. Модель развития опасностей. Необходимые и достаточные условия изменения системы безопасности. Измерение параметров производственных источников опасности.

9. Рабочее место человека. Опасные зоны и зоны пребывания человека. Модель безопасности рабочего места. Методика оценки безопасности рабочего места. Задание требований безопасности рабочего места и проверка их выполнения.

10. Описание технологического процесса. Модель безопасности технологического процесса. Методика оценки безопасности

технологического процесса. Задание и выполнение требований к безопасности технологического процесса.

11. Взаимосвязь опасности и риска. Производственный и профессиональный риск. Назначение оценок производственного и профессионального риска. Индивидуальный и социальный (коллективный) риск. Методы и методики оценки производственного и профессионального риска. Использование оценок производственного и профессионального риска в оценке уровня безопасности.

12. Качественные методы оценки риска, виды и особенности применения. Понятие приемлемого риска, критерии отнесения риска к приемлемому.

13. Определение и функции системы защиты человека. Модели систем защиты на рабочем месте. Изменение свойств защиты в процессе эксплуатации. Обоснование требований к системе защиты.

14. Содержание и классификация методов защиты человека в производственной деятельности. Содержание организационных методов защиты. Содержание организационно-технических методов защиты. Содержание технических методов защиты.

15. Понятие охраны труда. Гигиена труда и производственная санитария, их основные задачи.

16. Государственный надзор, ведомственный и профсоюзный контроль за соблюдением законодательных требований по охране труда и безопасности производства.

17. Государственные нормативные требования охраны труда, нормативные правовые акты, их содержание.

18. Обучение и инструктажи работников предприятия по охране труда. Аттестация по вопросам безопасности.

19. Организация и осуществление функционирования на предприятии систем управления (менеджмента) охраной труда и безопасностью производства (промышленной безопасностью).

20. Причины возникновения несчастных случаев на производстве, порядок расследования и учета несчастных случаев на производстве – групповых и со смертельным исходом.

21. Вредные вещества химической природы – агрегатное состояние, пути поступления в организм, действие на человека. Классификация вредных веществ по степени воздействия на организм человека. Нормирование содержания вредных веществ в воздухе. Мероприятия по защите от вредных веществ. Методы контроля концентрации вредных веществ.

22. Производственная пыль. Классификация. Воздействие на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование. Мероприятия по защите от производственной пыли. Методы определения концентрации пыли в воздухе рабочей зоны.

23. Производственный микроклимат, воздействие нагревающего и охлаждающего микроклимата на организм человека. Инфракрасное излучение. Нормирование производственного микроклимата. Мероприятия по нормализации производственного микроклимата. Кондиционирование воздуха. Методы оценки микроклимата.

24. Вентиляция производственных помещений. Технические и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые к вентиляции. Определение необходимого воздухообмена при организации общеобменной и местной вытяжной вентиляции. Принцип расчета естественной вентиляции. Аэрация.

25. Механическая вентиляция. Элементы механической вентиляции (устройства для отсоса и раздачи воздуха, фильтры, вентиляторы, воздуховоды и т.д.). Принципы расчета. Контроль эффективности вентиляции.

26. Системы производственного освещения. Светотехнические характеристики. Источники света и осветительные приборы. Защита органов зрения от действия световых потоков. Требования по оптимизации зрительных работ при работе на видеодисплейных терминалах. Контроль светотехнических параметров в рабочей зоне. Средства индивидуальной защиты органов зрения.

27. Виды естественного освещения и принципы его расчета. Принципы и подходы к определению нормативного коэффициента естественной освещенности при расчете естественного освещения.



28. Виды искусственного освещения и их назначение. Нормирование искусственного освещения. Расчет систем общего и комбинированного искусственного освещения. Наружное освещение. Цвет и функциональная окраска.

29. Производственная вибрация. Характеристики вибрации. Уравнение движения колебательной системы. Воздействие вибрации на человека, санитарно-гигиеническое и техническое нормирование вибраций.

30. Мероприятия по защите человека от вибрации на рабочем месте. Демпфирование, динамическое виброгашение. Активная и пассивная виброизоляция. Расчет эффективности систем виброизоляции. Средства индивидуальной защиты от вибрации. Сущность измерения параметров вибрации.

31. Производственный шум, параметры, классификация. Действие шума на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование производственного шума. Приборы и методы контроля шума на производстве.

32. Мероприятия по защите человека от шума на рабочем месте. Звукоизоляция и звукопоглощение. Средства индивидуальной защиты от шума.

33. Понятие и источники ультразвука. Воздействие ультразвука на организм человека. Нормирование ультразвука. Мероприятия по защите от ультразвука.

34. Понятие и источники инфразвука. Воздействие инфразвука на организм человека. Нормирование инфразвука. Мероприятия по защите от инфразвука.

35. Электромагнитные излучения и поля, классификация. Неионизирующие излучения. Электромагнитные поля промышленной частоты (50 Гц). Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. Воздействие на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование. Мероприятия по защите человека на рабочем месте. Измерение характеристик (параметров) электромагнитных полей и излучений.

36. Источники постоянного магнитного и электростатического поля. Условия возникновения статического электричества, его опасность на производстве и в быту, способы устранения.

37. Ультрафиолетовое излучение. Воздействие на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование. Мероприятия по защите человека на рабочем месте. Измерение характеристик (параметров).

38. Лазерное излучение. Воздействие на организм человека. Санитарно-гигиеническое нормирование. Мероприятия по защите человека на рабочем месте. Измерение характеристик (параметров).

39. Электробезопасность. Причины поражения электрическим током. Действие тока на организм человека, факторы, влияющие на исход поражения. Санитарно-гигиеническое нормирование. Классификация помещений по степени электрической опасности. Мероприятия по защите человека на рабочем месте. Первая доврачебная помощь пострадавшим от электрического тока.

40. Электробезопасность. Виды электрических сетей. Однофазные сети. Трехфазные сети с глухозаземленной и изолированной нейтралью. Влияние режима нейтрали и других характеристик сети на опасность поражения током.

41. Защитное заземление. Область применения, принцип действия, конструктивное исполнение, контроль. Методика расчета защитного заземления.

42. Защитное зануление. Область применения, принцип действия, конструктивное исполнение, контроль. Методика расчета защитного зануления.

43. Защитное отключение. Область применения, принцип действия, конструктивное исполнение, контроль. Методика расчета защитного отключения.

44. Источники механического травмирования на производстве. Опасные зоны оборудования. Мероприятия по защите от механического травмирования. Принципы устройства и расчета защитных экранов.

45. Грузоподъемные сооружения. Назначение, классификация. Основные опасности и условия их возникновения при эксплуатации. Принципы отбраковки канатов. Мероприятия по защите человека на рабочем месте при работе с грузоподъемными сооружениями.

46. Оборудование и системы, работающие под давлением. Эксплуатационные и технологические факторы, влияющие на безопасную эксплуатацию сосудов, работающих под давлением. Мероприятия по защите человека на рабочем месте при работе с техническими устройствами и оборудованием, работающим под давлением.

47. Баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов. Мероприятия по защите человека на рабочем месте при эксплуатации, перевозке и хранении баллонов.

48. Виды поражающих факторов, воздействующих в аварийных и чрезвычайных ситуациях, и их краткая характеристика. Основные мероприятия по повышению устойчивости работы объекта в условиях аварийной или чрезвычайной ситуации.

49. Основные виды работ по ликвидации последствий аварийных и чрезвычайных ситуаций.

50. Пожарная безопасность. Основные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности. Категории помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. Виды огнегасительных веществ, их краткая характеристика и область применения. Виды пожарной сигнализации и связи.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для студ. учреждений высш. проф. образования / В.А. Трефилов, И.М. Башлыков, О.В. Бердышев [и др.]; под ред. В.А. Трефилова. – М.: Академия, 2011. – 304 с.
2. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков [и др.]; под общ. ред. С.В. Белова. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 606 с.
3. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда): учеб. пособие для вузов / П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарев [и др.]. – М.: Высш. шк., 2002. – 317 с.
4. Методы и средства защиты человека от опасных и вредных производственных факторов / И.М. Башлыков [и др.]; под ред. В.А. Трефилова. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 348 с.
5. Емельянов В.И., Кохомов В.Н.. Защита населения и территории в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие для вузов. – М.: Академический проект, 2003. – 420 с.
6. Трефилов В.А. Теоретические основы безопасности человека: курс лекций. – Пермь: Перм. книж. изд-во, 2006. – 100 с.
7. Русак О.Н., Малаян К.Р., Занько Н.Г. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / под ред. О.Н. Русака. – 6-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2003. – 448 с.
8. Федосеев В.Н. Приборы и устройства безопасности грузоподъемных машин: справ. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
9. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта: практ. расчеты / под ред. А.И. Салова. – М.: Транспорт, 1997. – 183 с.
10. Безопасность жизнедеятельности: учеб. для вузов / К.З. Ушаков, Н.О. Каледина, Б.Ф. Кирин, М.А. Сребный; под ред. К.З. Ушакова. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2000. – 430 с.
11. Мاستрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2003. – 336 с.

Учебное издание

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Методические указания и контрольные задания*

Составитель:

*Черный Константин Анатольевич*

*Шевченко Анатолий Евгеньевич*

Корректор *Е.Б. Денисова*

---

Подписано в печать 26.01.2015. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 4,8. Тираж 100 экз. Заказ № 7/2015.

---

Издательство

Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.

Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.

Тел. (342) 219-80-33.