

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.В. ПАРАХИНА»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**И.о. проректора по УМР**  
**Е.Ю.Калиничева**  
27 февраля 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности**

Направление подготовки: **20.04.01 «Техносферная безопасность»**

Направленность: **Безопасность в техносфере**


Квалификация: **магистр**

Форма обучения: **очная**

Год начала подготовки: **2020 г.**

Орел 2020 год

Составитель: к.т.н., доцент Прокошина Т.С.

 25.02. 2020 г.

Рецензент: к.т.н., доцент Кулакова Е.В.

 25.02. 2020 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки  
20.04.01 «Техносферная безопасность»

Программа обсуждена на заседании кафедры Техносферной безопасности

№ 7 от 26.02. 2020 г.

Зав. кафедрой: к.с.-х.н., доцент Яковлева Е.В.

 26.02. 2020 г.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета факультета агро-  
техники и энергосбережения, протокол № 8 от 26.02. 2020 г.

И.о. декана факультета агротехники и энергосбережения

к.т.н., доцент Головин С.И.

 26.02. 2020 г.


Программа принята учебно-методической комиссией по направлению подготовки  
20.04.01 «Техносферная безопасность», протокол № 6 от 26.02. 2020 г.

Председатель методической комиссии по направлению подготовки 20.04.01 «Тех-  
носферная безопасность»

к.т.н., доцент Е.В. Кулакова

 26.02. 2020 г.

Директор научной библиотеки Ишханова Е.В.

 25.02. 2020 г.



## Оглавление

Введение.....	4
1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины).....	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы .....	5
3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу (во взаимодействии с преподавателем) обучающихся (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий .....	7
4.1 Содержание модулей и разделов дисциплины.....	7
4.2 Разделы дисциплин и виды занятий.....	9
4.3 Тематический план лекций.....	11
4.4 Практические занятия.....	12
4.5 Самостоятельная работа обучающихся.....	13
5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	12
7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	12
8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	13
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	13
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	15
11 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	15
12 Критерии оценки знаний обучающихся.....	15
Приложения – 1 (ФОС).....	18
Лист регистрации изменений.....	38

## **Введение**

Рабочая программа по дисциплине «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» разработана для магистрантов, обучающихся по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность» направленности Безопасность в техносфере.

Рабочая программа разработана по модульному принципу. Рабочая программа отражает все виды учебных занятий и формы самостоятельной работы, а также формы контрольных мероприятий. В рабочей программе дан список основной и вспомогательной литературы, указаны методические пособия и разработки.

Рабочая программа по дисциплине «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» разработана на основании следующих документов:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность».

Учебный план.

## **1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины)**

В результате обучения дисциплины «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» обучающийся приобретает теоретические знания и практические навыки проведения анализа и идентификации производственных опасностей и вредностей, оценки риска их реализации, выбора методов и средства защиты от них, а также навыки выполнения инженерных расчетов и оформления конструкторской документации на средства защиты.

Процесс изучения дисциплины «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» направлен на формирование у обучающихся следующих профессиональных компетенций:

- способностью создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания (ПК-9);
- способностью идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов (ПК-11);
- способностью применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска (ПК-13).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **Знать:**

- общие требования к системам защиты человека и среды обитания, учитываемые в ходе выполнения инженерно-технических разработок;
- общие принципы создания систем защиты человека и среды обитания;
- существующие методы создания систем защиты человека и среды обитания и их модели;
- теоретические и научно-технические основы техносферной безопасности;
- принципы, методы и средства обеспечения безопасности техносферы;
- основы и методы моделирования технических систем обеспечения техносферной безопасности;
- основные понятия надежности систем обеспечения безопасности и техногенного риска, причины отказов в системах;
- методы анализа и расчета параметров надежности;
- принципы обеспечения надежности сложных технических систем обеспечения безопасности;
- методы обработки информации о надежности систем обеспечения безопасности и техногенного риска.

**Уметь:**

- выбирать методы и средства защиты человека и среды обитания;
- формировать данные, необходимые для разработки новых систем защиты;
- выполнять инженерные расчеты систем обеспечения безопасности и защиты человека и среды обитания;
- идентифицировать опасные процессы, их причины, время и последствия;
- устанавливать количественные, временные, пространственные и иные характеристики процессов, препятствующих нормальному функционированию различных систем;
- интерпретировать математические модели, описывающие процессы, в нематематическое содержание;
- определять показатели надежности и техногенного риска;
- проектировать надежность создаваемых технических систем обеспечения безопасности;
- обрабатывать статистические данные о надежности систем обеспечения безопасности различной сложности и техногенного риска.

**Владеть:**

- навыками проектирования и разработки моделей технических систем и средств защиты человека и окружающей среды;
- инженерными методиками проектирования и разработки моделей различных систем защиты;
- навыками расчета систем и средств защиты человека и среды обитания;
- навыками разработки рабочих моделей процессов;
- методиками разработки рабочих моделей исследуемых процессов;
- способами определения допущения и границы применимости рабочих моделей исследуемых процессов;
- навыками математического описания экспериментальных данных и определения их физической сущности;
- методами проведения анализа и оценки надежности и риска опасных производственных объектов;
- исследовательскими навыками анализа и оценки надежности и техногенного риска;
- методами разработки и изготовления надежных систем обеспечения безопасности.

**2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» относится к дисциплинам по выбору Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность». Для изучения дисциплины «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» необходим ряд требований к входным знаниям, умениям и готовности обучающихся. Базовыми для изучения дисциплины «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» являются курсы: «Управление рисками, системный анализ и моделирование», «Информационные технологии в сфере безопасности», «Урбоэкология», «Глобальные экологические проблемы».

**3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу (во взаимодействии с преподавателем) обучающихся (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Таблица 1 - Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единицы

<b>Виды учебной нагрузки</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестр III</b>
Объем дисциплины выделенный на контактную работу обучающихся с преподавателем (всего) В том числе	36	36
Лекции	10	10
из них: активные формы обучения	2	2
Практические занятия (ПЗ)	26	26
из них: активные формы обучения	4	4
Самостоятельная работа, в том числе	72	72
курсовое проектирование	36	36
Контроль	36	36
Вид промежуточной аттестации	экзамен, курсовой проект	экзамен, курсовой проект
Общая трудоемкость: час/зач.ед.	144/4	144/4

**4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Содержание модулей и разделов дисциплины**

Таблица 2 – Содержание модулей и разделов дисциплины

<b>Семестр III (количество модулей 3)</b>			
<b>Модуль I «Основные требования при расчете и проектировании систем безопасности предприятий, технологий и оборудования»</b> <b>Цель:</b> дать общее представление об основных требованиях при расчете и проектировании систем безопасности предприятий, технологий и оборудования. Формируемые компетенции ПК-9.			
<b>№ п/п</b>	<b>Наименование раздела дисциплины, входящей в данный модуль</b>	<b>Содержание раздела</b>	
		<b>Контактная работа</b>	<b>СР</b>
1	Основные требования при расчете и проектировании систем безопасности предприятий, технологий и оборудования	Системы обеспечения безопасности. Оценка опасности техногенного объекта. Определение опасных работ и зон с повышенной опасностью.	Производственные опасности и вредности, их идентификация и анализ. Показатель опасности. Определение коэффициента насыщенности механизмами производственной площадки. Технологический регламент как основа безопасных и здоровых условий труд. Профессии работников и виды работ повышенной опасности, относительно которых предъявляются дополнительные требования по безопасности труда. Современные инженерно-технические средства безопасности. Применение интегрированных систем в обеспечении безопасности. Технические средства защиты. Классификация технических средств безопасности. Требования, предъявляемые к защитным устройствам.
<b>Модуль II «Расчет и проектирование систем безопасности»</b> <b>Цель:</b> формирование у обучающихся методических и расчетных навыков при расчете и проектировании систем безопасности. Формируемые компетенции ПК-9, ПК-11, ПК-13			
2	Расчет и проектирование систем безопасности	Общие принципы расчет и проектирования вентиляции.	Специальные вентилируемые кабины. Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны. Расчет и проектирование систем кондиционирования воздуха.

		<p>Расчет параметров безопасности энергосилового оборудования.</p> <p>Методы расчета и проектирования средств защиты от вибрации и шума.</p> <p>Способы защиты от электромагнитных полей.</p>	<p>Классификация средств защиты от шума. Определение ожидаемых уровней звукового давления и требуемого снижения шума. Определение размеров зоны вибрационной опасности. Виброизоляция стационарного технологического оборудования.</p> <p>Основные положения по устройству и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Защита от тепловых излучений и системы защиты от них. Защита от электромагнитных полей (ЭМП) экранированием. Антропогенные источники ЭМП</p>
		<p>Обеспечение пожарной безопасности. Определение взрывоопасности производственных помещений.</p>	<p>Определение вероятности воздействия опасных факторов пожара на работающих. Расчет вероятности образования горючей смеси. Определение вероятности появления источника зажигания. Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения.</p>
2	<p>Расчет и проектирование систем безопасности</p>	<p>Системы обеспечения экологической безопасности. Классификация основных процессов защиты окружающей среды на основе физических, химических и физико-химических закономерностей</p>	<p>Защита атмосферного воздуха от загрязнений. Определение массы токсичных веществ. Расчет эффективности и энергоемкости процесса очистки воды различными методами.</p>
<p><b>Модуль III «Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса»</b></p> <p>Цель курсового проекта: научить обучающегося применять на практике теоретические знания, полученные на лекциях, практических занятиях и лабораторных работах. Формируемые компетенции ПК-9, ПК-11, ПК-13</p>			
3	<p>Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса.</p>	<p>Анализ опасностей технологического процесса.</p>	<p>Работа с технической литературой.</p>
		<p>Анализ систем безопасности на предприятии.</p>	<p>Работа с технической литературой.</p>
		<p>Проектирование системы безопасности предприятия (технологического процесса).</p>	<p>Работа с технической литературой.</p>



#### 4.2 Разделы дисциплин и виды занятий

Таблица 3 - Разделы дисциплины и виды занятий

Модуль	№ раздела дисциплины, входящей в данный модуль (см. п. 4.1)	Лекции	ПЗ	СР	Всего часов
I	1	2	–	8	10
II	2	8	26	28	62
III	3	–	–	36	36
Контроль	–	–	–	36	36
Всего	–	10	26	108	144

#### 4.3 Тематический план лекций

Таблица 4 - Тематический план лекций

	№раздела дисциплины, входящей в данный модуль (см. п. 4.1)	Наименование темы лекции	Трудоемкость (час.)
Модуль 1	Общие требования безопасности при проектировании предприятий, технологий и оборудования	Системы обеспечения безопасности. Оценка опасности техногенного объекта. Определение опасных работ и зон с повышенной опасностью.	2
Модуль 2	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности	Общие принципы расчет и проектирования вентиляции.	2
		Расчет параметров безопасности энергосилового оборудования. Методы расчета и проектирования средств защиты от вибрации и шума. Способы защиты от электромагнитных полей.	2
		Обеспечение пожарной безопасности. Определение взрывоопасности производственных помещений.	2
		Системы обеспечения экологической безопасности. Классификация основных процессов защиты окружающей среды на основе физических, химических и физико-химических закономерностей	2
Итого:			10
в т.ч. в интерактивной форме			2

#### 4.4 Практические занятия

Таблица 5 – Тематический план практических занятий

Таблица 5 – Тематический план практических занятий			
	№раздела дисциплины, входящей в данный модуль (см. п. 4.1)	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
Модуль 2	2	Порядок укрупненного расчета механической вентиляции.	4
		Аэродинамический расчет системы вентиляции	4
		Расчет акустических экранов и звукопоглощающих облицовок.	4
		Расчет виброизолирующих оснований.	2
		Расчет опасных зон при эксплуатации энергосилового оборудования. Расчет канатов и строп грузоподъемных машин.	4
		Расчет теплового баланса помещения	2
		Расчет теплозащитных экранов.	2
		Расчет устройств молниезащиты зданий и сооружений.	2
		Определение расхода выбросов. Выбор метода снижения загрязнения атмосферы.	2
		Итого:	
в т.ч. в интерактивной форме			4

#### 4.5 Самостоятельная работа обучающихся

Таблица 6 - Тематический план самостоятельной работы обучающихся

	Самостоятельное изучение теоретического материала	Выполнение курсового проекта	Подготовка к отчету по модулям	Трудоемкость (час.)
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Модуль 1</b>	Производственные опасности и вредности, их идентификация и анализ. Показатель опасности. Определение коэффициента насыщенности механизмами производственной площадки. Технологический регламент как основа безопасных и здоровых условий труд. Профессии работников и виды работ повышенной опасности, относительно которых предъявляются дополнительные требования по безопасности труда. Современные инженерно-технические средства безопасности. Применение интегрированных систем в обеспечении безопасности. Технические средства защиты. Классификация технических средств безопасности. Требования, предъявляемые к защитным устройствам.	—	Изучение теоретического материала	8



Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Модуль 2	Специальные вентилируемые кабины. Нормативные значения параметров микроклимата и требования к составу воздуха рабочей зоны. Расчет и проектирование систем кондиционирования воздуха.	—	Изучение теоретического материала	6
	Классификация средств защиты от шума. Определение ожидаемых уровней звукового давления и требуемого снижения шума. Определение размеров зоны вибрационной опасности. Виброизоляция стационарного технологического оборудования. Основные положения по устройству и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Защита от тепловых излучений и системы защиты от них. Защита от электромагнитных полей (ЭМП) экранированием. Антропогенные источники ЭМП	—		14
	Определение вероятности воздействия опасных факторов пожара на работающих. Расчет вероятности образования горючей смеси. Определение вероятности появления источника зажигания. Определение необходимого количества первичных средств пожаротушения.	—	Изучение теоретического материала	7
	Защита атмосферного воздуха от загрязнений. Определение массы токсичных веществ. Расчет эффективности и энергоемкости процесса очистки воды различными методами.			7
	Модуль 3	Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса (курсовое проектирование)	Анализ опасностей технологического процесса.	Изучение теоретического материала и выполнение курсового проекта.
Анализ применяемых систем безопасности на рассматриваемом объекте.			8	
Проектирование системы безопасности на объекте.			20	
Контроль				36
Всего часов				108

## **5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Обучающийся имеет неограниченный доступ к информационно-образовательной среде университета – Образовательный портал Орловского ГАУ на платформе eLearning Server 4G, разработчик – Hypermethod:

[http://do3.orelsau.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject\\_id/334](http://do3.orelsau.ru/subject/index/card/switcher/programm/subject_id/334)

Белова, Т. И. Методическое пособие по дисциплине «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» : учебно-методическое пособие / Т. И. Белова, Е. М. Агашков. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133075> (дата обращения: 31.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## **6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Перечень оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности»:

1. Тестовые задания по модулю I «Основные требования при расчете и проектировании систем безопасности предприятий, технологий и оборудования»;
2. Тестовые задания по модулю II «Расчет и проектирование систем безопасности»;
3. Вопросы для подготовки к экзамену.
4. Тематика курсового проекта.

Указанные оценочные средства представлены в приложении 1.

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Рыжова, В. А. Проектирование и исследование комплексных систем безопасности : учебное пособие / В. А. Рыжова. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 157 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/67826.html> (дата обращения: 31.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Курдюмов, В. И. Безопасность жизнедеятельности: проектирование и расчет средств обеспечения безопасности : учебное пособие / В. И. Курдюмов, Б. И. Зотов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 257 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09351-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453176> (дата обращения: 31.01.2020).

### **б) дополнительная литература**

1. Каракеян, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 1. : учебник и практикум для вузов / В. И. Каракеян, В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 277 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06055-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451925> (дата обращения: 31.01.2020).

2. Каракеян, В. И. Процессы и аппараты защиты окружающей среды в 2 ч. Часть 2. : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06056-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451926> (дата обращения: 31.01.2020).

### **в) периодические издания**

Журнал «Охрана труда и техника безопасности в сельском хозяйстве»

## **8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>. – (дата обращения 31.01.2020 г. – открытый доступ).
2. Образовательный портал <http://www.informika.ru>– (дата обращения 31.01.2020 г. – открытый доступ).
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – Режим доступа : <https://elibrary.ru> – (дата обращения 31.01.2020 г. – открытый доступ).
4. Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА» – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru> – (дата обращения 31.01.2020 г. – открытый доступ).
5. Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php> ) дата обращения 31.01.2020 г.
6. ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).
7. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php> ) (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).
8. Национальный цифровой ресурс «Руконт» <https://rucont.ru/chapter/rucont> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).
9. Электронный каталог (АИБС «МАРК-SQL»): <http://library.orelsau.ru/marcweb/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php> (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).

## **9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной учебной и научной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий.

Преподавание дисциплины предусматривает:

- лекции;
- практические занятия;
- самостоятельную работу (изучение теоретического материала; подготовку к практическим занятиям; выполнение индивидуальных заданий, в том числе рефератов, докладов, курсового проектирования; подготовку к устным опросам, экзамену и пр.);
- консультации преподавателя.

Лекции по дисциплине читаются как в традиционной форме, так и с использованием активных форм обучения. Каждая лекция раскрывает сущность темы и анализирует ее главные положения. На первой лекции доводится до обучающихся структура дисциплины и ее разделы, а также рекомендуемая литература. Содержание лекций определяется рабочей программой учебной дисциплины. Каждая лекция охватывает определенную тему учебной дисциплины. Для максимального усвоения дисциплины изложение лекционного материала происходит с элементами обсуждения или конкретными примерами.

Целями проведения практических занятий являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- развитие логического мышления;
- приобретение навыков анализа полученных результатов;
- контроль самостоятельной работы обучающихся по освоению учебной дисциплины.

Каждое практическое занятие начинается с повторения теоретического материала (устный опрос). Для этого формулируется цель занятия и основные знания, умения и навыки, которые обучающийся должен приобрести в течение занятия. На практических занятиях проводятся предусмотренное рабочей программой тестирование. В целом активное заинтересованное участие обучающихся в учебном процессе способствует более глубокому изучению дисциплины, повышению уровня культуры будущих специалистов и формированию основ профессионального мышления. В ходе проведения учебных занятий отрабатываются умения применять полученные теоретические знания в различных ситуациях.

### **Самостоятельное изучение теоретического материала.**

Теоретический материал по тем темам, которые вынесены на самостоятельное изучение, обучающийся прорабатывает в соответствии с вопросами для подготовки к экзамену. К началу сессии обучающийся готовит к аудиторной работе с преподавателем список вопросов, которые не удалось разобрать самостоятельно в межсессионный период. Задания для самостоятельной работы рекомендуется выдавать в начале семестра, определив предельные сроки их выполнения и сдачи. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при промежуточной аттестации обучающегося (сдаче экзамена). Задания для самостоятельной работы составляются, как правило, по темам и вопросам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем учебный материал в объеме запланированных часов. Примерный курс лекций, содержание и методика выполнения практических занятий, методические рекомендации для самостоятельной работы содержатся в информационной образовательной среде образовательной организации.

### ***Подготовка к учебным занятиям.***

В ходе подготовки к учебному занятию обучающимся следует внимательно ознакомиться с планом, вопросами, вынесенными на обсуждение, изучить соответствующий теоретический материал, предлагаемую литературу. Нельзя ограничиваться только имеющейся учебной литературой (учебниками и учебными пособиями). Обращение к монографиям, статьям из специальных журналов, хрестоматийным выдержкам, а также к материалам средств массовой информации позволит в значительной мере углубить изучаемую проблему, что разнообразит процесс ее обсуждения. С другой стороны, обучающимся следует помнить, что они должны не просто воспроизводить полученные знания по заданной теме, но и творчески переосмыслить существующие на современном этапе развития науки подходы к пониманию тех или иных проблем, явлений, событий продемонстрировать и убедительно аргументировать собственную позицию.

### ***Выполнение индивидуальных заданий.***

Для закрепления теоретического материала обучающиеся по каждой пройденной теме выполняют индивидуальные задания. Выполнение индивидуальных заданий призвано привлечь внимание обучающихся на наиболее сложные, ключевые и дискуссионные аспекты изучаемой темы, помочь систематизировать и лучше усвоить пройденный учебный материал. Индивидуальные задания обычно содержат тесты, которые могут быть использованы как для проверки знаний обучающихся преподавателем в ходе проведения промежуточного контроля и аттестации, так и для самопроверки знаний обучающимися. Для каждой темы разработан необходимый набор тестовых заданий, в которых сконцентрирована значительная учебная информация, имеющая немаловажное познавательное значение. Тестирование позволяет преподавателю не только оценить успеваемость обучающихся на любом этапе их обучения, но и оказать им помощь в изучении дисциплины. При проведении самотестирования, обучающиеся могут выявить тот круг вопросов, который усвоили слабо, и в дальнейшем обратиться к ним с особым вниманием.

Контроль самостоятельной работы обучающихся по выполнению тестовых и иных индивидуальных заданий осуществляется преподавателем с помощью выборочной и фронтальной проверок на учебных занятиях. Индивидуальное задание, выполненное в ходе курсового проектирования, защищается обучающимся перед комиссией, сформированной из преподавателей кафедры.

### ***Промежуточный контроль и аттестация.***

Промежуточный контроль знаний по основным терминам и понятиям изучаемой дисциплины осуществляется на учебных занятиях в виде устного опроса и тестирования. При подготовке к аудиторным занятиям, обучающимся необходимо повторить изученный материал. Обучающийся получает допуск к сдаче экзамена (промежуточная аттестация) при успешном выполнении всех видов учебных занятий, в том числе, курсового проектирования.

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Образовательный портал Орловского ГАУ на платформе eLearning Server 4G, разработчик –Hypermethod. Программное обеспечение: операционные системы Microsoft Windows SL8, SL8.1 Russian Academic, Microsoft Windows Professional 8.1 версия 8, Microsoft Windows Vista, офисные пакеты Microsoft Office Professional Plus 2007, Microsoft Office 2013, Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса, Microsoft Project 2007, Autocad.

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Профессиональные справочные системы «Техэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru/?yclid=59051941098828235182> (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).

2. Национальный цифровой ресурс «Руко́нт» <https://rucont.ru/chapter/rucont> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).

3. Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/> (<http://library.orelsau.ru/els-remote-access-by-subscription.php>) (дата обращения 31.01.2020 г. – неограниченный доступ).



# **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Таблица 7 – Специальные помещения, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная аудитория № 5 (учебно-производственная база) – аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная мебель; мультимедийное оборудование стационарного или переносного типа; учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации в соответствии с рабочей программой; компьютерная техника с подключением к сети «Интернет» и электронной информационно-образовательной среде ВУЗа; копирующая доска UB-5315, цифровой проектор RowerLight, экран на треноге DRAPER DIPLOMAT, плакат на баннерной ткани
Учебная аудитория № 5 (учебно-производственная база) – аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель, мультимедийное оборудование, экран, проектор (компьютер ноутбук Voyager W700L Цифровой проектор RowerLight)
Учебная аудитория № 2-306 (учебный корпус 2) (компьютерный класс) – аудитория для самостоятельной работы, курсового проектирования	Специализированная (учебная) мебель, компьютерная техника, интерактивная доска, рабочие компьютерные станции

Таблица 8 - Комплект лицензионного программного обеспечения

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документы</b>
Учебная аудитория № 5 (учебно-производственная база) – аудитория для проведения занятий лекционного типа	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, срок действия – продлевается ежегодно, авторизационный номер лицензиата: KL4863RAUFQ, номер лицензии 2019 г. - 17E0-190903-121915-383-1099 дата выдачи настоящей лицензии: с 30.08.2019 до 01.09.2020; Microsoft Office 2013 Russian Academic версия 2013 Sku O21-10232, число лицензий 42, авторизационный номер лицензиата 91766136ZZE1504, номер лицензии 61760053, дата выдачи лицензии 05.04.2013г.; Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic версия 8.1 Sku 4HR-00399, число лицензий 33, авторизационный номер лицензиата 92837658ZZE1512, номер лицензии 62831825, дата выдачи лицензии 17.12.2013г.
Учебная аудитория № 5 (учебно-производственная база) – аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic версия 8.1 Sku 4HR-00399, число лицензий 33, авторизационный номер лицензиата 92837658ZZE1512, номер лицензии 62831825, дата выдачи лицензии 17.12.2013 г.; AutoCAD LT 2018, номер лицензии 900-94219223, тип лицензии - однопользовательская, число пользователей 1250, идентификатор лицензии ACD_F_S, дата выдачи лицензии 21.11.2017 г.; Обеспечение доступа в сеть Интернет, договор провайдера ЗАО «Ресурс-связь» г. Орел, договор на оказание услуг №3-611 от 23.01.2018 г. (действует до 31.12.2018 г.) Microsoft Office 2013 Russian Academic версия 2013 Sku O21-10232, число лицензий 42, авторизационный номер лицензиата 91766136ZZE1504, номер лицензии 61760053, дата выдачи лицензии 05.04.2013 г. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, срок действия – продлевается ежегодно, авторизационный номер лицензиата: KL4863RAUFQ, номер лицензии 2019 г. - 17E0-190903-121915-383-1099 дата выдачи настоящей лицензии: с 30.08.2019 до 01.09.2020
Учебная аудитория № 2-306 (учебный корпус 2) (компьютерный класс) – аудитория для самостоятельной работы, курсового проектирования	Microsoft Win SL 8.1 Russian Academic версия 8.1 Sku 4HR-00399, число лицензий 33, авторизационный номер лицензиата 92837658ZZE1512, номер лицензии 62831825, дата выдачи лицензии 17.12.2013; AutoCAD LT 2018, номер лицензии 900-94219223, тип лицензии - однопользовательская, число пользователей 1250, идентификатор лицензии ACD_F_S, дата выдачи лицензии 21.11.2017; Microsoft Office 2013 Russian Academic версия 2013 Sku O21-10232, число лицензий 42, авторизационный номер лицензиата 91766136ZZE1504, номер лицензии 61760053, дата выдачи лицензии 05.04.2013; Обеспечение доступа в сеть Интернет, договор провайдера ЗАО «Ресурс-связь» г. Орел, договор на оказание услуг №3-611 от 23.01.2018 г. (действует до 31.12.2018 г.) Доступ LMS eLearning Server 4G разработчик Hypermethod договор покупки: № б/н от 11.06.2013 г. (ООО "Ленвза") срок действия – бессрочно. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition, срок действия – продлевается ежегодно, авторизационный номер лицензиата: KL4863RAUFQ, номер лицензии 2019 г. - 17E0-190903-121915-383-1099 дата выдачи настоящей лицензии: с 30.08.2019 до 01.09.2020

## 12. Критерии оценки знаний обучающихся

Курс «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» изучается один семестр на втором курсе. Занятия делятся на аудиторные под руководством преподавателя и самостоятельную работу с книгой или конспектами лекций в читальном зале, дома или в лаборатории, выполнение домашних контрольных работ. Аудиторные занятия включают в себя лекционные и практические занятия. Обучающиеся выполняют курсовой проект. По окончании изучения курса «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» обучающийся сдает экзамен. Весь курс «Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности» разделен на 3 модуля.

Качество работы обучающихся в рейтинговой системе оценивается в баллах. Оценка является накопительной за весь период освоения дисциплины. Максимально за время изучения дисциплины обучающийся может набрать 100 баллов.

100 баллов = 60 баллов – результаты сдачи модулей, посещаемость занятий, активность работы обучающихся на занятиях + 25 дополнительных баллов + 15 поощрительных баллов.

Критерии оценки отчета по модулю

Модуль	Количество баллов	Количество баллов, необходимых для сдачи модуля
1	0...15	10...15
2	0...15	10...15
3	0...10	5...10
Всего	0...40	25...40

Посещение лекционных и практических занятий дает возможность обучающемуся набрать до +5 баллов; выполнение заданий практических занятий, активное участие на занятиях – до +15 баллов.

**25** дополнительных баллов:

самостоятельная работа и участие в занятиях, проводимых в активных формах обучения.

**15** поощрительных баллов:

поощрительные баллы начисляются за участие в научно-исследовательской работе, а также за выполнение индивидуальных творческих заданий:

5 баллов – работа в кружке,

5 баллов – выступление на конференциях, круглых столах,

5 баллов – издание статьи по теме НИРС.

Если набранный суммарный результат равен 55 баллам и выше, то обучающийся имеет право на досрочное получение оценки за экзамен.

Обучающиеся, набравшие менее 55 баллов, а также те, кто не удовлетворён суммой набранных баллов и, соответствующей им академической оценкой, сдают экзамен на общих основаниях. При этом набранные баллы аннулируются.

Таблица пересчета в традиционные оценки

Бальная оценка	0...54	55...69	70...84	85...100
Академическая оценка	неудовл.	удовл.	хорошо	отлично

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

### **РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

Направление подготовки **20.04.01 «Техносферная безопасность»**

Квалификация: **магистр**

Орел – 2020

**1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

<i>Код контролируемой компетенции (или ее части) и ее формулировка</i>	<i>Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)</i>	<i>Уровни освоения компетенции</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	
			<i>Текущий контроль</i>	<i>Промежуточная аттестация</i>
<b>ПК-9</b> способностью создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания	2. Расчет и проектирование систем безопасности 3. Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса.	Пороговый	Тестирование, отчеты по практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы.	Защита курсового проекта, отчеты по модулям или/и вопросы из экзаменационных билетов
		Повышенный	Тестирование, отчеты по практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы, выполнение этапов курсового проекта	
		Высокий	Задания для самостоятельной работы студентов, написание информационно-аналитического отчета по теме типового расчета	

<i>Код контролируемой компетенции (или ее части) и ее формулировка</i>	<i>Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)</i>	<i>Уровни освоения компетенции</i>	<i>Наименование оценочного средства</i>	
			<i>Текущий контроль</i>	<i>Промежуточная аттестация</i>
<b>ПК 11</b> способностью идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов	1. Основные требования при расчете и проектировании систем безопасности предприятий, технологий и оборудования. 2. Расчет и проектирование систем безопасности. 3. Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса.	Пороговый	Тестирование, отчеты по практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы.	Защита курсового проекта, отчеты по модулям или/и вопросы из экзаменационных билетов
		Повышенный	Тестирование, отчеты по практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы, выполнение этапов курсового проекта	
		Высокий	Задания для самостоятельной работы студентов, написание информационно-аналитического отчета по теме типового расчета	

1	2	3	4	5
<b>ПК-13</b> способностью применять методы анализа и оценки надежности и техногенного риска	1. Основные требования при расчете и проектировании систем безопасности предприятий, технологий и оборудования. 2. Расчет и проектирование систем безопасности.	Пороговый	Тестирование, отчеты по лабораторным работам и практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы, выполнение этапов курсового проекта	Защита курсового проекта, отчеты по модулям или/и вопросы из экзаменационных билетов
		Повышенный	Тестирование, отчеты по практическим занятиям, выполнение самостоятельной работы, выполнение этапов курсового проекта	
		Высокий	Задания для самостоятельной работы студентов, написание информационно-аналитического отчета по теме типового расчета	

**2. Описание показателей и критериев оценивания уровня приобретенных компетенций на различных этапах их формирования**

<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Критерии в соответствии с уровнем освоения ООП</b>			<b>Технологии формирования</b>
	<b>пороговый (базовый) (удовлетворительно) 55-69 баллов</b>	<b>повышенный (хорошо) 70-84 баллов</b>	<b>высокий (отлично) 85-100 баллов</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>ПК-9</b>	<b>Знает</b> общие требования к системам защиты человека и среды обитания, учитываемые в ходе выполнения инженерно-технических разработок	<b>Знает</b> общие принципы создания систем защиты человека и среды обитания	<b>Знает</b> существующие методы создания систем защиты человека и среды обитания и их модели	Лекции, практические занятия с использованием интерактивных приемов обучения, выполнение этапов курсового проекта, самостоятельная работа
	<b>Умеет</b> – выбирать методы и средства защиты человека и среды обитания	<b>Умеет</b> формировать данные, необходимые для разработки новых систем защиты	<b>Умеет</b> выполнять инженерные расчеты систем обеспечения безопасности и защиты человека и среды обитания	
	<b>Владеет</b> навыками проектирования и разработки моделей технических систем и средств защиты человека и окружающей среды	<b>Владеет</b> инженерными методиками проектирования и разработки моделей различных систем защиты	<b>Владеет</b> навыками расчета систем и средств защиты человека и среды обитания	
<b>ПК-11</b>	<b>Знает</b> теоретические и научно-технические основы техносферной безопасности	<b>Знает</b> принципы, методы и средства обеспечения безопасности техносферы	<b>Знает</b> основы и методы моделирования технических систем обеспечения техносферной безопасности	Лекции, практические занятия с использованием интерактивных приемов обучения, выполнение этапов курсового проекта, самостоятельная работа
	<b>Умеет</b> идентифицировать опасные процессы, их причины, время и последствия	<b>Умеет</b> устанавливать количественные, временные, пространственные и иные характеристики процессов, препятствующих нормальному функционированию различных систем	<b>Умеет</b> интерпретировать математические модели, описывающие процессы, в нематематическое содержание	
	<b>Владеет</b> навыками разработки рабочих моделей процессов; методиками разработки рабочих моделей исследуемых процессов	<b>Владеет</b> способами определения допущения и границы применимости рабочих моделей исследуемых процессов	<b>Владеет</b> навыками математического описания экспериментальных данных и определения их физической сущности	



1	2	3	4	5
<b>ПК-13</b>	<b>Знает</b> основные понятия надежности систем обеспечения безопасности и техногенного риска, причины отказов в системах	<b>Знает</b> методы анализа и расчета параметров надежности	<b>Знает</b> принципы обеспечения надежности сложных технических систем обеспечения безопасности; методы обработки информации о надежности систем обеспечения безопасности и техногенного риска	Лекции, практические занятия с использованием интерактивных приемов обучения, выполнение этапов курсового проекта, самостоятельная работа
	<b>Умеет</b> определять показатели надежности и техногенного риска	<b>Умеет</b> проектировать надежность создаваемых технических систем обеспечения безопасности	<b>Умеет</b> обрабатывать статистические данные о надежности систем обеспечения безопасности различной сложности и техногенного риска	
	<b>Владеет</b> методами проведения анализа риска опасных производственных объектов	<b>Владеет</b> исследовательскими навыками анализа и оценки надежности и техногенного риска	<b>Владеет</b> методами разработки и изготовления надежных систем обеспечения безопасности	

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

**Оценочные средства для промежуточной аттестации**

**Вопросы для подготовки к экзамену**

**Модуль 1**

1. Производственные опасности и вредности, их идентификация и анализ. Показатель опасности (ПК-13).
2. Определение коэффициента насыщенности механизмами производственной площадки (ПК-13).
3. Условия безопасности технологических процессов (ПК-13).
4. Технологический регламент как основа безопасных и здоровых условий труда (ПК-13).
5. Определение опасных работ и зон с повышенной опасностью (ПК-11, ПК-13)..
7. Профессии работников и виды работ повышенной опасности, относительно которых предъявляются дополнительные требования по безопасности труда (ПК-13)..
8. Современные инженерно-технические средства безопасности (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
9. Применение интегрированных систем в обеспечении безопасности (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
10. Что относится к основным фондам охраны труда и инженерным средствам производственной санитарии? (ПК-11, ПК-13)
11. Основные периферийные устройства для безопасной эксплуатации технологического оборудования (ПК-13).
12. Сущность комплексной системы безопасности (ПК-13).
13. Последовательность проектирования интегрированной системы безопасности (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
14. Состав системы безопасности (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
15. Проведение оценки эффективности интегрированной системы безопасности (ПК-9, ПК-11, ПК-13).

**Модуль 2**

1. Системы вентиляции по способу побуждения движения воздуха (ПК-9, ПК-13).
2. Под действием какого напора осуществляется вентиляция помещений в системах естественной вентиляции? (ПК-9, ПК-13)
3. Помещения, оборудуемые системами вытяжной вентиляции (ПК-9, ПК-13).
4. Проектирование специальных вентилируемых кабин (ПК-9, ПК-11 ПК-13).
5. Расчет аэрации (ПК-9).
6. Назначение, устройство и принцип действия дефлектора (ПК-9, ПК-13).
7. Назначение, виды и область применения местной системы вентиляции (ПК-11, ПК-13).
8. Назначение систем кондиционирования воздуха (ПК-11, ПК-13).
9. Устройство систем кондиционирования воздуха (ПК-11, ПК-13).
10. Классификация систем кондиционирования воздуха (ПК-11, ПК-13).
11. Сущность комфортного и технологического кондиционирования (ПК-9, ПК-13)
12. Устройство сплит-системы кондиционирования воздуха (ПК-13).
13. Принцип кондиционирования в сплит-системах (ПК-11, ПК-19).
18. Обычные и инверторные сплит-системы, преимущества и недостатки (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
19. Сущность проектирования систем кондиционирования (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
20. Расчет теплового баланса помещения с учетом наружных и внутренних тепловых нагрузок (ПК-9, ПК-11).
21. Основные характеристики пылеуловителей (ПК-13).
22. Пылеосадительные камеры: назначение, классификация, преимущества и недостатки (ПК-9, ПК-13).
23. Методика расчета пылеосадительных камер (ПК-9, ПК-13).
24. Циклоны: назначение, устройство и принцип действия (ПК-9, ПК-13).
25. Методика расчета циклона (ПК-9, ПК-11).

26. Рукавные фильтры: назначение, устройство и принцип действия (ПК-9 ПК-13).
27. Сущность расчета рукавных фильтров (ПК-9, ПК-11).
28. Обоснование выбора пылеуловителей. Параметры, влияющие на их эффективность (ПК-13).
30. Источники шума, их основные шумовые характеристики (ПК-9, ПК-13).
31. Классификация средств защиты от шума (ПК-9, ПК-13).
32. Звукоизолирующие ограждения: назначение, устройство и принцип действия (ПК-9, ПК-13).
33. Звукоизолирующие кожухи: назначение, устройство и принцип действия (ПК-9, ПК-13).
34. Глушители шума: устройство и принцип действия (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
35. Акустические экраны и выгородки: устройство и принцип действия (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
36. Сущность расчета уровня шума от различных конструктивных элементов (ПК-9).
37. Методика расчета акустических экранов (ПК-9).
38. Методика расчета звукопоглощающих облицовок (ПК-9).
39. Методы и средства защиты от вибрации (ПК-13).
40. Сущность и область применения вибродемпфирования (ПК-13).
41. Сущность и область применения виброгашения (ПК-13).
42. Устройство и принцип действия виброизолирующих опор (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
43. Устройство и принцип действия вибропоглощающих покрытий (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
44. Сущность расчета пружинных виброизоляторов (ПК-9).
45. Сущность расчета виброизолирующих оснований (ПК-9).
46. Сущность расчета резиновых виброизоляторов (ПК-9).
47. Основные мероприятия по защите от вредного действия теплового излучения (ПК-13).
48. Индивидуальные средства защиты от теплового излучения (ПК-9, ПК-13).
49. Классификация теплозащитных экранов (ПК-13).
50. Теплозащитные экраны: область применения, преимущества и недостатки (ПК-13).
51. Конструкции непрозрачных теплозащитных экранов (ПК-9, ПК-13).
52. Эффективность теплозащитных экранов. Пути повышения эффективности их защиты (ПК-9, ПК-11).
53. Водяные и вододисперсные завесы: область применения, преимущества и недостатки (ПК-11).
54. Классификация технических средств безопасности и защиты работающих (ПК-11).
55. Технические средства защиты: назначение, виды (ПК-11).
56. Сформулируйте требования к техническим средствам защиты (ПК-11, ПК-13).
57. Требования к конструкции технических средств защиты (ПК-9, ПК-11, ПК-13).
58. Расчет ограждений (ПК-9).
59. Область применения, преимущества и недостатки кулачковых предохранительных муфт. Расчет предохранительных муфт (ПК-9).
60. Расчет тепловой изоляции. Температура рабочей поверхности технологического оборудования при которой применяют тепловую изоляцию (ПК-9).
61. Классификация систем обеспечения пожарной безопасности промышленного объекта. Основные функции системы обеспечения пожарной безопасности (ПК-9).
62. Область применения установок водяного пожаротушения (ПК-13).
63. Спринклерные установки: назначение, устройство и принцип действия (ПК-13).
64. Дренчерные установки: назначение, устройство и принцип действия (ПК-13).
65. Назначение установок водопенного тушения (ПК-13).
66. Случаи применения пожарных водопроводов (ПК-13).
67. Область применения установок газового пожаротушения (ПК-13).
68. Сущность проектирования противопожарного водопровода (ПК-9, ПК-13).
69. Расчет систем пожаротушения (ПК-13).

### Критерии оценивания при промежуточной аттестации

При оценке сформированности компетенций в ходе промежуточной аттестации учитывается системность, полнота и правильность ответов обучающихся на экзаменационные вопросы, степень понимания изученного, уровень сформированности компетенций, уровень речевого или письменного оформления ответа.

Оценка	Критерии оценивания
«отлично»	Выставляется обучающемуся, который глубоко и прочно усвоил материал и исчерпывающе, грамотно, логически стройно и творчески его изложил. Соответствующие знания, умения и владения сформированы полностью
«хорошо»	Выставляется обучающемуся, который твердо знает материал, грамотно и по существу его излагает. Обучающийся не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы. Соответствующие знания, умения и владения сформированы в целом полностью, но содержат отдельные пробелы
«удовлетворительно»	Выставляется обучающемуся, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его детали, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала. Обучающийся показывает общее, но не структурированное знание, в целом успешное, но не систематическое умение и владение соответствующих компетенций
«неудовлетворительно»	Выставляется обучающемуся, который не усвоил значительной части материала, допускает существенные ошибки. Обучающийся показывает фрагментарные знания (или их отсутствие), частично освоенное умение (или его отсутствие), фрагментарное применение навыка (или его отсутствие) соответствующих компетенций. Списывание является основанием для получения оценки «неудовлетворительно»

### Оценочные средства для проведения текущей аттестации Тестовые задания

#### Модуль I Общие требования безопасности при проектировании предприятий, технологий и оборудования

##### Тест 1

**1. Окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов, способных оказывать прямое или косвенное немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека, его здоровье и потомство**

1. среда обитания;
2. производственная среда;
3. комфортная среда.

**2. Объективно существующая возможность негативного воздействия на объект или процесс, в результате которого может быть причинен какой-либо ущерб, вред, ухудшающий состояние, придающий развитию ухудшающую динамику или параметры называется...**

1. риск;
2. опасность;
3. вредность.

**3. Какой группы опасностей в зависимости от происхождения не существует?**

1. природная;
2. биологическая;
3. антропогенная;
4. психологическая.

**4. По характеру воздействия на человека опасности делятся на группы:**

1. физические, химические, биологические, психофизиологические;
2. химические, активные, апостериорные, аналитические;
3. психофизиологические, физические, механические, материальные.

**5. По вероятности воздействия человека и на среду обитания опасности бывают:**

1. прогнозируемые, спонтанные;
2. личные, групповые, массовые;
3. потенциальные, реальные, реализованные.

**6. Опасность, представляющая угрозу общего характера, не связанного с пространством и временем – это...**

1. реальная опасность;
2. потенциальная опасность;
3. реализованная опасность.

**7. Событие, состоящее из негативного воздействия с причинением ущерба людским, природным и материальным ресурсам называется...**

1. ущерб;
2. чрезвычайное происшествие;
3. происшествие.

**8. Термин «Катастрофа» в техносферной безопасности обозначает:**

1. происшествие в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей;
2. происшествие, связанное со стихийными явлениями на Земле и приведшее к разрушению биосферы, техносферы, к гибели или потере здоровья людей
3. происшествие, сопровождающееся гибелью людей, материальных и природных ресурсов.

**9. Под процессом выявления опасности и оценки возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений в работе конкретных технологических систем и представления этих последствий в количественных показателях подразумевается....**

1. анализ риска;
2. управление риском;
3. защита риска.

**10. Вероятность поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности определяется как...**

1. социальный риск;
2. индивидуальный риск;
3. антропогенный риск.

## **Тест 2**

**1. Регион биосферы в прошлом, преобразованный людьми с помощью прямого или косвенного воздействия технических средств в целях наилучшего соответствия своим материальным и социально-экономическим потребностям**

1. гомосфера;
2. техносфера;
3. литосфера.

**2. Негативное свойство живой и неживой материи, способное причинить ущерб самой материи: людям, природной среде, материальным ценностям**

1. риск;
2. опасность;
3. вредность.

**3. Какой группы опасностей в зависимости от происхождения не существует**

1. природная;
2. экологическая;
3. социальная;
4. межличностная.

**4. К физическим опасностям относятся:**

1. микро - макро организмы, радиация;
2. ударная волна, отрицательная температура воздуха, жара, влажность;
3. электрический ток, шум, излучения, давление.

**5. По видам потоков в жизненном пространстве опасности бывают:**

1. энергетические, массовые, информационные;

2. личные, групповые, массовые;
3. потенциальные, реальные, реализованные.

**6. Опасность, связанная с конкретной угрозой воздействия на человека и координирована в пространстве и во времени – это...**

1. реальная опасность;
2. потенциальная опасность;

**7. Событие, происходящее кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия на людей, природные ресурсы и материальные ресурсы называется...**

1. ущерб;
2. чрезвычайное происшествие;
3. происшествие.

**8. Риск:**

1. количественная оценка опасности;
2. результат реализации опасной производственной деятельности;
3. качественная оценка возможной опасности.

**9. Под совокупностью мероприятий, направленных на снижение уровня технологического риска, уменьшение потенциальных материальных потерь и других негативных последствий аварий понимается...**

1. анализ риска;
2. управление риском;
3. защита риска.

**10. Зависимость вероятности нежелательных событий, связанных с поражением определенных групп людей, подвергающихся воздействиям определенного вида при реализации соответствующих опасностей, от численности этих групп определяется как...**

1. социальный риск;
2. индивидуальный риск;
3. коллективный риск.

## Модуль II Расчет и проектирование систем безопасности

### Задача 1

Рассчитать предохранительный клапан сосуда, работающего под избыточным давлением пара  $P = 8 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} (8 \cdot 10^5 \text{ Па})$  с температурой  $t = 280^\circ\text{C}$  и максимальным массовым расходом пара в сосуде  $G_m = 12$  т/ч.

(Расчёт сводится к определению диаметра минимального проходного сечения в седле клапана  $d_c$  и высоты подъёма клапана  $h$  с целью обеспечения расхода рабочей среды (пара, газа, жидкости) в количестве достаточном для создания давления в сосуде в аварийном режиме, не превышающем рабочее давление более чем на  $0,5 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$  (0,05 МПа) для сосудов с давлением до  $3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$  (0,3 МПа); на 15% для сосудов с давлением  $3 \div 60 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$  (0,3 ÷ 6 МПа) и на 10% - для сосудов с давлением выше  $60 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$  (6 МПа.)

Решение: Пропускная способность предохранительного клапана определяется по формуле [22, с.395]

$$G_v = B_1 \cdot B_2 \cdot \alpha \cdot F_c \sqrt{\frac{(P+1) \cdot 10^5}{\rho}} \cdot \frac{m^3}{c} \quad (1)$$

где  $B_1 = 0,4$  – коэффициент, учитывающий свойство перегретого пара [22, с.395];  $B_2 = 0,7$  – коэффициент, учитывающий перепад давления в клапане;  $\alpha$  – коэффициент расхода для пара и газа;  $F_c$  – площадь в минимальном проходном сечении седла клапана,  $\text{м}^2$ ;  $P$  – избыточное давление пара в сосуде,  $\frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$ ;

$\rho = 3,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – плотность пара при  $P = 0,8 \text{ МПа}$  и  $t = 280^\circ\text{C}$  [11, с.250].

Выразим площадь сечения  $F_c$  из формулы (1):

$$F_c = \frac{G_v}{B_1 \cdot B_2 \cdot \alpha \sqrt{\frac{(P+1) \cdot 10^5}{\rho}}} \text{ м}^2, \quad (2)$$

где  $G_v = \frac{G_m}{\rho}$ ,  $G_v = \frac{12000}{3600 \cdot 3,2} = 1,04 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$  - объёмный расход пара в сосуде.

Подставим известные величины в формулу (2):

$$F_c = \frac{1,04}{0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \sqrt{\frac{(8+1) \cdot 10^5}{3,2}}} = \frac{1,04}{0,168 \cdot 530,3} = 0,0116 \text{ м}^2 \text{ или } F_c = 11600 \text{ мм}^2.$$

Определим диаметр седла клапана из формулы:

$$F_c = \frac{\pi d_c^2}{4}, \quad d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot 11600}{\pi}} = 120,4 \text{ мм}.$$

Найдём высоту подъёма клапана  $h$  из соотношения, принимаемого в расчётах

$$h = 0,05 \cdot d_c, \\ h = 0,05 \cdot 120,4 = 6 \text{ мм}.$$

Принимаем к установке на сосуде стандартный предохранительный клапан 875 – 125 -0 с условным диаметром  $d_v = 125 \text{ мм}$  [13, с. 155]. Увеличение диаметра на  $\Delta = \frac{125 \cdot 100}{120,4} 5\% - 100\% = 3,8\%$  приведёт к снижению давления в сосуде в случае его повышения в аварийном режиме.

### Задача 2

2. Определить диаметр  $d$  и толщину предохранительной мембраны  $\delta$  для защиты от взрыва сосуда с природным газом под рабочим давлением  $P_{раб} = 0,6 \text{ МПа}$  и температуре  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$

Исходные данные:

внутренний диаметр сосуда  $d = 2 \text{ м}$ ; высота сосуда  $l = 5 \text{ м}$ ; плотность природного  $\rho = 0,8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  при

$P = 1 \text{ атм}$  и  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ; предел прочности материала сосуда на изгиб Ст. 10  $\sigma_{\sigma}^{\text{изм}} \text{ МПа}$  при  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Решение:

1. Определим разрывное усилие мембраны, превышающее рабочее давление в сосуде на 15%,

$$P_m = P_{раб} + 0,15 P_m, \quad P_m = 0,6 + 0,09 = 0,69 \text{ МПа}.$$

2. Определим максимальное давление взрыва

$$P_{\max} = P_m + 0,05 P_m, \quad P_{\max} = 0,69 + 0,034 = 0,724 \text{ МПа}.$$

3. Найдём объём сбрасываемого газа через предохранительную мембрану в атмосферу по формуле

$$V_r = \frac{V_c (P_{\max} - P_{атм})}{P_{атм}}, \text{ м}^3,$$

где  $V_c$  - объём сосуда, определим по формуле  $V_c = F_c \cdot l \text{ м}^3$ ,

$$F_c = \frac{\pi l^2}{4}, \quad F_c = 0,8 \cdot d^2 = 0,8 \cdot 2^2 = 3,2 \text{ м}^3, \text{ тогда } V_c = 3,2 \cdot 5 = 16 \text{ м}^3.$$

$$P_{\max} - P_m = 0,724 - 0,69 = 0,034 \text{ МПа}.$$

Продукты взрыва удаляются в атмосферу  $P_{сп} = P_{атм} = 1 \text{ атм} = 0,1 \text{ МПа}$ .

Получаем

$$V_r = 16 \cdot 0,34 = 5,44 \text{ м}^3$$

4. Определим скорость истечения продуктов взрыва через предохранительную мембрану по формуле

$$C = \varphi \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}, \text{ м/с},$$

где  $\varphi = 1$  - коэффициент расхода в круглом сечении мембраны

:  $\Delta P = P_{\max} = 0,034 \text{ МПа} = 34000 \text{ Па}$  - перепад давления в мембране.

Плотность газа в сосуде до взрыва при давлении 0,6 Мпа =  $6 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$  составляла

$$\rho = 0,8 \cdot 6 = 4,8 \frac{\kappa\epsilon}{\text{м}^3},$$

Тогда

$$C = \sqrt{\frac{34000}{4,8}} = 84 \quad \text{м/с.}$$

5. Рассчитываем площадь сечения предохранительной мембраны по формуле

$$F = \frac{V_r}{C^{\tau}}, \text{ м}^2,$$

где  $\tau$  – время, за которое давление взрыва достигнет максимального значения, принимаем равным 1 с, тогда

$$F = \frac{5,44}{84 \cdot 1} = 0,065 \text{ м}^2.$$

6. Определим диаметр предохранительной мембраны

$$d = \sqrt{\frac{F}{0,8}}, \quad d = \sqrt{\frac{0,065}{0,8}} = 0,284, \text{ м.}$$

7. Рассчитаем толщину плоской мембраны, выполненной из стали марки Ст. 10, по формуле

$$\delta = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{K P_m}{\sigma_6^{u3}}}, \quad \delta = \frac{0,284}{2} \sqrt{\frac{0,69}{340}} = 0,0064 \text{ м,}$$

где  $K = 1$  – коэффициент прочности крепления (принимаем). Толщину плоской мембраны принимаем равной  $\delta = 6,5$  мм. В соответствии со стандартом фланцевых соединений диаметр плоской мембраны принимаем  $d = 300$  мм.

### Задача 3

На строительной площадке монтажник, выполняя задание по установке башенного крана вблизи линий электропередачи (ЛЭП), коснулся рукой крюка и был смертельно поражен электрическим током. Работа велась в дождливую ветреную погоду без оформления наряда - допуска. Кран был заземлен и стоял без электрической проводки. В это время на рядом расположенной опоре ЛЭП – 35 кВ от ветровой нагрузки и плохого состояния изоляционной подвески произошло замыкание фазного проводника на металлическую опору.

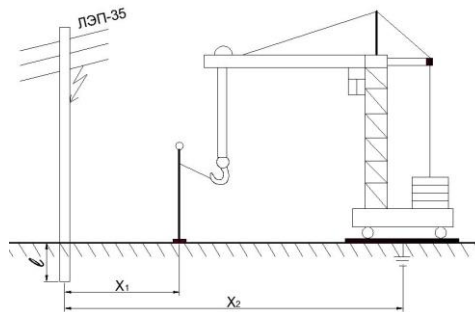


Рисунок – Поражение электрическим током рабочего при монтаже башенного крана

Исходные данные: ток, стекающий в землю при замыкании фазного проводника на металлическую опору  $I_3 = 27,6$  А; глубина заложения опоры в землю  $l = 2$  м; удельное сопротивление земли  $\rho = 210$  Ом·м; расстояние от опоры до рабочего  $x_1 = 4$  м; расстояние от опоры до заземления крана  $x_2 = 12$  м; сопротивление тела человека  $R_h = 800$  Ом.

Требуется: определить напряжение прикосновения  $U_{np}$ , В; определить ток, прошедший через человека  $I_h$ , мА.

Решение:

1. Напряжение прикосновения определим по формуле  $U_{np} = \varphi_{x1} - \varphi_k$ , В, где  $\varphi_{x1}$  – потенциал на расстоянии  $x_1$  от опоры,  $\varphi_k = \varphi_{x2}$  – потенциал на крюке  $\varphi_k$  равен потенциалу на заземлителе крана на расстоянии  $x_2 = 12$  м.

Находим величины и по формулам:

$$\varphi_{x1} = \frac{27,6 \cdot 210}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \ln(\sqrt{4^2 + 2^2} + 2) = 461,5 \cdot 0,48 = 222 \text{ В;}$$

$$\varphi_k = \frac{27,6 \cdot 210}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \ln(\sqrt{12^2 + 2^2} + 2) = 461,5 \cdot 0,16 = 76 \text{ В;}$$

Тогда  $U_{np} = 222 - 76 = 146 \text{ В.}$



2. Ток, проходящий через человека, где  $R_{осн}$  – сопротивление основания, на котором стоял монтажник, принимаем равным нулю в виду дождливой погоды,  $R_{осн}=0$ .

$$I_h = \frac{146}{800} = 0,182 \text{ А},$$

$$I_h = 182 \text{ мА} > 100 \text{ мА}.$$

Причинами несчастного случая со смертельным исходом явились следующие обстоятельства:

- монтаж башенного крана проводился в дождливую, ветреную погоду без применения защитных мер при работе на расстоянии менее 30 м от проводников ЛЭП – 35 кВ [5, п.9.5.1];
- неудовлетворительное состояние опор и изоляторов фазных проводников на данном участке ЛЭП- 35.

#### Задача 4

Пытаясь исправить воздушный ввод электрической линии в жилой дом, человек, стоя на металлической бочке, коснулся рукой фазного проводника, идущего от трёхфазной четырёхпроводной электросети с заземлённой нейтралью, и был смертельно поражён током. В момент прикосновения другой человек, стоя на земле, на расстоянии 0,5 м от бочки касался её и также подвергся действию электрического тока.

Исходные данные: напряжение фазное  $U_f=220\text{В}$ ; сопротивление заземлённой нейтрали  $r_0=4\text{ Ом}$ ; Диаметр металлической бочки  $D=0,5\text{м}$ ; удельное сопротивление грунта  $\rho=400\text{ Ом}\cdot\text{м}$ ; сопротивление тела человека  $R_h=1000\text{ Ом}$ .

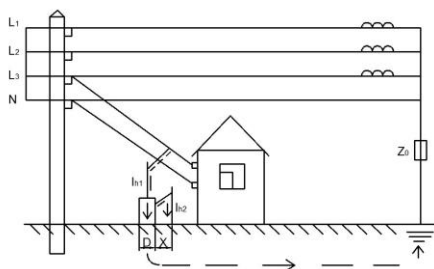


Рисунок – Действие электрического тока на людей при попытке исправить воздушный ввод в жилой дом

Определить: токи  $I_{h1}$  и  $I_{h2}$ , прошедшие соответственно через первого и второго человека. Сопротивление обуви пострадавших  $R_{об}$  принять равным нулю.

Решение:

1. Определим ток, прошедший через человека, стоявшего на металлической бочке:

$R_{мб}$  – сопротивление металлической бочки. Определим его по формуле [1, с. 207]

$$I_{h1} = \frac{220}{1000 + 400 + 4} = 0,156 \text{ А}, \text{ или } I_h = 156 \text{ мА} > 100 \text{ мА}.$$

2. Определим:

- ток, прошедший через человека, касавшегося металлической бочки,
- напряжение прикосновения  $U_{пр} = \varphi_3 \alpha_1 \alpha_2$ ;
- потенциал заземлителя  $\varphi_3 = I_{мб} R_{мб} = 0,156 \cdot 400 = 62,4 \text{ В}$ ;
- коэффициент прикосновения
- потенциал основания

Коэффициент сопротивления основания  $\alpha_2$ , учитывающий сопротивление стекания тока с ног

второго человека,  $R_{ос} = 3\rho$  – принимается в расчётах  $\alpha_2 = \frac{1000}{1000 + 3 \cdot 400} = 0,45$ .

Тогда  $U_{пр} = 62,4 \cdot 0,68 \cdot 0,45 = 19,1 \text{ В}$ .

Подставим найденные величины в формулу, получим

$$I_{h2} = \frac{19,1}{1000 + 4} = 0,019 \text{ или } I_{h2} = 19 \text{ мА}.$$

#### Задача 5

Рассчитать количество диоксида серы, выделяющегося за 1 час из трубопровода, имеющего внутренний диаметр 100 мм и общую протяженность 100 м коэффициент негерметичности. При испытаниях на герметичность в течение 24 ч. установлено. Что давление диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) в этом трубопроводе снизилось с  $1 \cdot 10^6 \text{ Па}$  до  $9,909 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ,  $T_n = T_k = 293 \text{ К}$ .

Решение:

1. Находим значение газовой постоянной для диоксида серы:

$$R_{\text{so}_2} = \frac{\bar{R}}{\mu_{\text{so}_2}} = \frac{8314}{64} = 130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$$

где  $\mu_{\text{so}_2}$  – молярная масса  $\text{SO}_2$ , кг/кмоль (определяется по таблице Менделеева);  $\mu_{\text{so}_2} = 4 \text{ кг/кмоль}$

$\bar{R}=8314 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot \text{К})$ - универсальная газовая постоянная.

2.Рассчитаем объем трубопровода:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot l = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \cdot 100 = 0,7 \text{ м}^3$$

3.По формуле находим количество диоксида серы, выделяющегося из трубопровода:

$$G_{SO_2} = \frac{\Delta P \cdot V}{\tau \cdot R_{SO_2} \cdot T} = \frac{9,1 \cdot 10^3 \cdot 0,7}{24 \cdot 293 \cdot 130} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/ч}$$

4.Коэффициент негерметичности найдем из формулы (4):

$$m = G \cdot \frac{R \cdot T_n}{P_n \cdot V} = 7 \cdot 10^3 \cdot \frac{130 \cdot 293}{1 \cdot 10^6 \cdot 0,7} = 0,05 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$$

5.Из таблицы 1 для рассчитываемых условий  $m_{теор.} = 0,05 \cdot 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$ .

6.Из сравнения значения коэффициента негерметичности, полученные путем расчета и значения, взятые из таблицы, следует, что рассчитываемый трубопровод имеет требуемую герметичность.

Таблица 1 – Коэффициент негерметичности  $m$  для оборудования и газопроводов

Оборудование	Среда в оборудовании	Продолжительность испытаний при начальном рабочем давлении	Коэффициент негерметичности, $m$ , $\text{ч}^{-1}$
Сосуды, поршневые компрессоры и другое технологическое оборудование, работающее под давлением вновь установленное: подвергающееся повторному испытанию:	Токсичная и пожаровзрывоопасная	24	$0,10 \times 10^{-2}$
		24	$0,50 \times 10^{-2}$
Трубопроводы для горючих, токсичных и сжиженных газов Внутрицеховые:  Межцеховые:	Токсичная и горючая:	24	$0,05 \times 10^{-2}$
	Прочие горюче газы:	24	$0,10 \times 10^{-2}$
	Токсичная и горючая:	24	$0,10 \times 10^{-2}$
	Прочие горюче газы:	24	$0,20 \times 10^{-2}$

#### Задача 6

Определить коэффициент риска  $R$  гибели человека на конкретном производстве, если по статистке погибает один человек в десять лет, а списочный состав составляет 90 тыс. чел. (формула 3. 1).

Количественно риск  $R$  характеризуется числом смертельных случаев  $N$  в год отнесенное к среднесписочному составу работников или принимавших участие в данном процессе и определяется по формуле:

$$R = \frac{N}{C}. \quad (3.1)$$

#### Задача 7

Проверить отключающую способность зануления электропитающей установки механического цеха, которая получает электроэнергию от трансформатора D/Y ( $\Delta/\lambda$ ) напряжением 10/0,4 кВ, мощностью  $P = 25 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ . расстояние от трансформатора до места расположения потребителей энергии  $L = 250 \text{ м}$  ( $0,25 \text{ км}$ ). Потребитель энергии защищен плавкими вставками. В качестве фазных проводов используется кабель с медными жилами диаметром  $d = 3,56 \text{ мм}$  и сечением  $10 \text{ мм}^2$ .

Нулевой провод выполнен из стальной шины сечением  $S_{к.л.} = 20 \times 4 \text{ мм}^2$  и продолжен на расстояние  $D = 50 \text{ см}$  от кабеля.

1) Вычисляем номинальный ток  $I_{ном}$  по формуле (7.4)

$$I_{ном} = \frac{P}{\sqrt{3} U_{ф}} = \frac{25000}{660 \sqrt{3}} = 37,8 \text{ А}$$

2) Определяем коэффициент кратности тока  $K$  по табл. 7.1.  $K=3$

3) Выбираем номинальный ток плавкой вставки по табл. № 2 с учетом выражений (7.3) и (7.4).

$$I_{пл.вст.}^{II} < I_{ном} = I_{ном.тр.}$$

В нашем случае подходит номинальный ток плавкой вставки  $I_{пл.вст.}^{II} = 35 \text{ А}$ .

4) Определяем ожидаемый ток короткого замыкания  $I_{кз0} \geq K I_{ном} = 3 \cdot 37,8 \text{ А} = 113,4 \text{ А}$

- 5) Определяем полное сопротивление трансформатора  $Z_t$  по табл. 7.3  $Z_t = 0,906 \text{ Ом}$   
 6) Определяем проводник (магистраль), зануление и его длину. В нашем случае это стальная шина сечением  $S_{ст} = 20 \times 4 \text{ мм}^2$  и длиной  $L_n = 250 \text{ м}$  ( $0,25 \text{ км}$ )  
 7) Вычисляем значение активного сопротивления фазных проводников  $R_\phi$  по формуле (7.8)

$$R_\phi = \rho L_n / S = (0,018 \cdot 250) / 10 = 0,45 \text{ Ом}$$

- 8) Вычисляем значение активного сопротивления нулевого проводника  $R_{нп}$ . Для этого предварительно определяем плотность тока короткого замыкания  $S$  по формуле (7.9):

$$\delta = I_{кз0} / S_n = 113,4 / 80 = 1,42 \text{ А/мм}^2$$

По этой плотности тока по табл. 7.5 находим  $r_\omega = 3,53 \text{ Ом/км}$ .

По формуле (7.10) вычисляем значение  $R_{нп} = r_\omega \cdot L_n = 3,48 \cdot 0,25 = 0,87 \text{ Ом}$

- 9) Вычисляем значение индуктивного сопротивления фазного проводника. Так как фазные проводники сделаны из меди, то их индуктивное сопротивление мало и им можно пренебречь.  $X_\phi = 0$

- 10) Вычисляем значение индуктивного сопротивления нулевого проводника  $X_{нп}$ , аналогично вычислению  $R_{нп}$

$$x_\omega = 2,09 \text{ Ом/км}; X_{нп} = x_\omega \cdot L_n = 2,09 \cdot 0,25 = 0,52 \text{ Ом}$$

- 11) Вычисляем значение индуктивного сопротивления "петли фаза-нуль"  $X_n$  по формуле (7.12)

$$X_{н/L} = 0,1256 \ln 2D/d = 0,1256 \ln ((2 \cdot 50 \cdot 100) / 3,56) = 0,66 \text{ Ом/км}$$

$$X_n = L_n \cdot X_{н/L} = 0,66 \cdot 0,25 = 0,16 \text{ Ом.}$$

- 12) Проверяем, выполняется ли неравенство (7.2) или (7.3)

$$kI_{ном} < I_{кз} = \frac{I_\phi}{(Z_t + \sqrt{(R_\phi + R_{нп})^2 + (X_\phi + X_{нп} + X_n)^2}} =$$

$$= \frac{220}{\left( \frac{0,906}{3} + \sqrt{(0,45 + 0,88)^2 + (0 + 0,53 + 0,16)^2} \right)} = \frac{220}{\frac{0,906}{3} + \sqrt{(1,33)^2 + (0,69)^2}} = \frac{220}{0,302 + 1,48} = 120 \text{ А}$$

Действительный ток короткого замыкания больше ожидаемого тока короткого замыкания, т. е.  $I_{кз} > 3I_{ном}$  ( $120 \text{ А} > 113 \text{ А}$ )

- 13) Если неизвестен тип предохранителя, то по табл. 7.2 подбираем предохранитель типа НПН-60 М на номинальный ток плавкой вставки  $I_{пл. вст.} = 35 \text{ А}$ .

### Задача 8

Произвести расчет молниезащиты склада горючих материалов, расположенного в г. Тамбове. Размеры склада : длина  $l = 80 \text{ м}$ , ширина  $b = 40 \text{ м}$ , высота  $h = 8 \text{ м}$ . грунт имеет сопротивление  $\rho \leq 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  (суглинок).

Решение. 1) Определяем категорию молниезащиты цеха по данным раздела 1, табл. I и табл. П1

Категория молниезащиты I, зона защиты А

- 2) Определяем конструкцию молниеотвода в зависимости от параметров защищаемого объекта.

Анализ типов молниеотводов, показывает, что в нашем случае, подходит тросовый молниеотвод.

- 3) Определяем высоту молниеприемника для создания необходимой зоны защиты.

Ориентировочно, в первом приближении высоту молниеприемника можно определить по формуле приведенной в примечании 6 к табл. 10.2.

$$h_{оп} = h = (r_x + 1,8h_x) / 1,7$$

Зададимся  $h_x = 6$ :  $r_x = b/2 = 40/2,0 = 20$  м, тогда  $B$  - ширина здания равна 20 м.

$$h_{он} = (20 + 1,8 \cdot 6)/1,7 = 18 \text{ м}$$

Так как высота молниевывода  $h \leq 150$  м, то определяем параметры зоны защиты по формулам п.3 табл. 10.2.

Высота зоны защиты  $h_o = 0,85h = 15,30$  м.

Радиус торцевых областей зоны защиты  $r_o$ , на уровне земли

$$r_o = (1,35 - 0,0025 h) h = (1,35 - 0,045) \cdot 18 = 1,305 \cdot 18 = 23,49 \text{ м.}$$

Ширина зоны защиты на участке между опорами  $S_o = 2r_o = 46,98$  м.

Радиус торцевых областей зоны защиты  $r_x$  на высоте  $h_x$  над землей

$$r_x = (1,35 - 0,0025h)(h - h_x/0,85) = (1,35 - 0,045) \cdot (18 - 6/0,85) = 1,305 \cdot (18 - 7,06) = 1,305 \cdot 10,94 = 14,27 \text{ м.}$$

Ширина зоны защиты на участке между опорами  $S_x$  на высоте  $h_x$  над землей

$$S_x = 2r_x = 28,55 \text{ м}$$

4) Определяем наименьшее допустимое расстояние от заземлителя до других подземных коммуникаций, используя табл. 10.5, 10.6 и рис. 10.6, 10.7.

$$S_{з, доп} = S_{в, доп} + 2; S_{в, доп} = 3 \text{ м}; S_{в1, доп} = 3,5 \text{ м.}$$

$S_{з, доп} = 5$  м. При монтаже молниевыводов необходимо, чтобы реальные расстояния  $S_p > S_{з, доп}$ .

5) Проверяем выполнение неравенства (10.4). Для этого необходимо рассчитать реальное расстояние между тросовым молниеприемником и крышей здания, с учетом провеса троса. Используем данные, приведенные в примечании п.5 к табл. 10.2.

Расстояние  $h$ , м от стального троса сечением 35-50 мм<sup>2</sup> до поверхности земли в точке его наибольшего провеса равно:

$$h = h_{он} - 2 \text{ (при } a < 120 \text{ м). } h = 18000 - 2000 = 16000 \text{ мм.}$$

Тогда расстояние между тросом молниеприемника и крышей равно:

$$S_{в1, p} = h - h_{зд}, \text{ где } h_{зд} = 8000 \text{ мм; } S_{в1, p} = 16000 - 8000 = 8000 \text{ мм (8 м).}$$

Таким образом  $S_{в1, p} > S_{в1, доп}$ , неравенство (10.4) выполняется.

6) Определяем норму сопротивления молниезащиты, в зависимости от категории  $R_{н} = 10$  Ом. (п.10.4).

7) Определяем сопротивление молниезащиты  $R_z$  в зависимости от выбранной конструкции и сопротивления грунта, используя данные табл. 10.4.

Нам подходит заземлитель в виде комбинированного двухстержневого (пункт 2) со следующими параметрами  $C = 6$  м и  $L = 3$  м с глубиной заложения  $t_o = 0,8$  м,  $R_z = 9,1$  Ом.

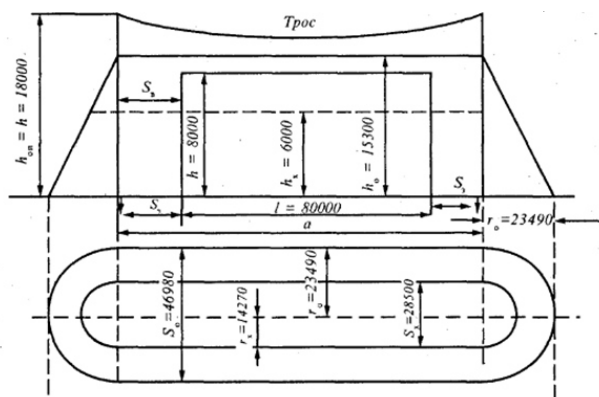
8) Вычисляем импульсное сопротивление  $R$  и по формуле (10.1)  $R_{н} = \alpha \cdot R_z$ .

Значение импульсного коэффициента определяем по табл. 10.7:  $\alpha = 0,8$ , тогда  $R_{н} = 0,8 \cdot 9,1 = 7,28$  Ом.

9) Проверяем выполнение неравенства (10.2)  $R_{н} < R_z$ ;  $7,28 < 10$  Ом.

10) Выбираем конструкцию молниевыводов по рис. 10.5 и табл. 10.3. В нашем случае с учетом п.4 и п.5 подходит металлическая решетчатая опора (рис. 10.5, б) высотой  $h_{он} = 20$  м.

В качестве молниеприемника принимаем трос стальной многопроволочный оцинкованный сечением 35 мм<sup>2</sup> и диаметром порядка 7 мм. В качестве токоотводов используем сталь круглого сечения диаметром не менее 6 мм.



Эскиз молниевывода с зоной защиты

### Зоны защиты молниеотводов

Тип молниеотвода и габариты зоны защиты	Расчетные уравнения габаритов	
	Зона А	Зона Б
1. Одиночный стержневой молниеотвод высотой $h \leq 150$ м (рис. 10.1)		
Высота зоны защиты $h_0$ над землей, м	$h_0 = 0,85h$	$h_0 = 0,92h$
Радиус зоны защиты $r_0$ на уровне земли, м	$r_0 = (1,1 - 0,002h)h$	$r_0 = 1,5h$
Радиус зоны защиты $r_x$ на высоте $h_x$ над землей, м	$r_x = (1,1 - 0,002h) \cdot (h - h_x / 0,85)$	$r_x = 1,5(h - h_x / 0,92)$
2. Двойной стержневой молниеотвод, состоящий из двух стержневых молниеотводов одинаковой высоты $h \leq 150$ м, отстоящих один от другого на расстоянии $l$ , м (рис. 10.2)		
Высота зоны защиты $h_c$ над землей в середине между молниеотводами, м	при $l \leq h$ при $l > h$ при $l \geq 1,5h$ при $l > 1,5h$	при $l \leq h$ при $l > h$ при $l \geq 1,5h$ при $l > 1,5h$
Ширина зоны защиты $2r_c$ на уровне земли в середине между молниеотводами, м	$h_c = h_0$ $h_c = h_0 \cdot (0,17 + 3 \cdot 10^{-4}h) \cdot (l - h)$	$h_c = h_0$ $h_c = h_0 \cdot 0,14(l - 1,5h)$
Ширина зоны защиты $2r_{cx}$ на высоте $h_x$ , м, в середине между молниеотводами, м	$2r_c = 2r_0$	$2r_c = 2r_0$
при $l \leq h$ при $l > h$ при $l \geq 1,5h$ при $l > 1,5h$	$2r_{cx} = 2r_0 \cdot ((h_c - h_x) / h_c)$	$2r_{cx} = 2r_0 \cdot ((h_c - h_x) / h_c)$
3. Одиночный тросовый молниеотвод высотой $h \leq 150$ м с опорами, отстоящими одна от другой на расстоянии $a$ , м (рис. 10.3)		
Высота зоны защиты $h_0$ , м	$h_0 = 0,85h$	$h_0 = 0,92h$
Радиус торцевых областей зоны защиты $r_x$		

#### Критерии оценки (в баллах) при тестировании по модулю 1:

- 9 баллов выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на 6 вопросов;
- 10 баллов выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на 7 вопросов;
- 11 баллов выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на 8 вопросов;
- 13 баллов выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на 9 вопросов;
- 15 баллов выставляется обучающемуся, если он ответил правильно на 10 вопросов.

#### Критерии оценки (в баллах) при тестировании по модулю 2:

Каждый задача оценивается 20 баллом.

### Модуль III

«Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса» (курсовое проектирование).

#### Тематика курсового проектирования:

Расчет и проектирование системы безопасности технологического процесса (по заданию).

#### Структура расчетно-пояснительной записки:

Титульный лист.

Задание.

Содержание.

Введение.

#### 1 Анализ опасностей технологического процесса

##### 1.1 Описание технологического процесса

##### 1.2 Анализ опасностей технологического процесса

#### 2 Анализ систем безопасности предприятия

##### 2.1 Анализ мероприятий по обеспечению безопасности на предприятии

##### 2.2 Анализ средств обеспечения безопасности

#### 3. Проектирование системы безопасности предприятия

##### 3.1 Проектирование средства защиты

##### 3.2 Расчет основных параметров

Заключение

Список используемых источников

#### Структура графической части проекта

#### 1. Сборочный чертеж спроектированного средства защиты (1 лист формата А1).

При защите курсового проекта (модуль 3) обучающемуся задается 2 вопроса. Каждый ответ обучающегося оценивается максимум 5 баллов. По результатам ответов обучающийся может получить не более 10 баллов.

При оценке знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимся при курсовом проектировании, учитывается их системность, полнота и правильность ответов на заданные вопросы.

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся логично и четко излагает свои позиции, а также показывает умения и навыки, полученные им в ходе проведения проектирования, последовательность изложения и правильность выводов, изложенных в работе, аккуратность и правильность оформления курсового проекта, умение подтвердить знание любого теоретического положения или практического расчета, содержащихся в работе; на работу дана положительная рецензия, соблюден календарный график курсового проектирования.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся знает и понимает теоретические положения или практические расчеты, содержащиеся в работе, но допускает небольшие недостатки при ответе на вопросы, в оформлении работы, а также имеется положительная рецензия, возможно с некоторыми незначительными замечаниями, которые должны быть устранены к моменту защиты.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся знает и понимает основные теоретические положения работы не в полной мере, отвечает на вопросы недостаточно четко, допускает некоторые ошибки в практических расчетах, содержащихся в работе, не в полной мере устранены недостатки, отмеченные рецензентом.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части темы или совсем не ориентируется в ней, отвечает на вопросы бессистемно, неуверенно, неправильно; не соблюдает календарный график курсового проектирования, имеется отрицательная рецензия и не устранены недостатки и замечания.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Качество работы обучающихся в рейтинговой системе оценивается в баллах. Оценка является накопительной за весь период освоения дисциплины. Максимально за время изучения дисциплины обучающийся может набрать 100 баллов.

100 баллов = 60 баллов – результаты сдачи модулей, посещаемость занятий, активность работы обучающихся на занятиях + 25 дополнительных баллов + 15 поощрительных баллов.

Критерии оценки отчета по модулю

Модуль	Количество баллов	Количество баллов, необходимых для сдачи модуля
1	0...15	10...15
2	0...15	10...15
3	0...10	5...10
Всего	0...40	25...40

Посещение лекционных и практических занятий дает возможность обучающемуся набрать до +5 баллов; выполнение заданий практических занятий, активное участие на занятиях – до +15 баллов.

**25** дополнительных баллов:

самостоятельная работа и участие в занятиях, проводимых в активных формах обучения.

**15** поощрительных баллов:

поощрительные баллы начисляются за участие в научно-исследовательской работе, а также за выполнение индивидуальных творческих заданий:

5 баллов – работа в кружке,

5 баллов – выступление на конференциях, круглых столах,

5 баллов – издание статьи по теме НИРС.

Если набранный суммарный результат равен 55 баллам и выше, то обучающийся имеет право на досрочное получение оценки за экзамен.

Обучающиеся, набравшие менее 55 баллов, а также те, кто не удовлетворён суммой набранных баллов и, соответствующей им академической оценкой, сдают экзамен на общих основаниях. При этом набранные баллы аннулируются.

Таблица пересчета в традиционные оценки

Бальная оценка	0...54	55...69	70...84	85...100
Академическая оценка	неудовл.	удовл.	хорошо	отлично

**Лист регистрации изменений года**

<b>Номер изменения</b>	<b>Текст изменения</b>	<b>Приказ, протокол заседания Ученого совета Университета</b>	
		<b>№</b>	<b>Дата</b>
1.	Внесены изменения и дополнения в структурные компоненты рабочей программы в соответствии с ежегодным обновлением в части основной и дополнительной литературы, лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационных справочных систем	13	27.08.2020
2.	Внесены изменения и дополнения в структурные компоненты рабочей программы в части практической подготовки обучающихся (Приказ Минобрнауки России N 885, Минпросвещения России N 390 от 05.08.2020 "О практической подготовке обучающихся" (вместе с "Положением о практической подготовке обучающихся") (Зарегистрировано в Минюсте России 11.09.2020 N 59778), ООО «Электронное издательство Юрайт» Договор № 20 на оказание услуг по предоставлению доступа к ЭБС издательства «Юрайт» от 20.05.2020	1	24.09.2020
3.	Внесены изменения и дополнения в структурные компоненты рабочей программы в части лицензионного программного обеспечения	6	25.02.2021