

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева»

Кафедра пожарной и производственной безопасности

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
М.А. Арсланова  
«20» апреля 2021 г.



Рабочая программа дисциплины

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

Специальность – 20.05.01 Пожарная безопасность

Направленность программы (специализация) – Пожарная безопасность

Квалификация – Специалист

Лесниково  
2021

Разработчик (и):  
канд. тех. наук, доцент



В.П. Воинков

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры пожарной и производственной безопасности «26» марта 2021 г. (протокол № 8)

Завкафедрой,  
канд. тех. наук, доцент



А.Г. Шарипов

Одобрена на заседании методической комиссии инженерного факультета «26» марта 2021 г. (протокол № 7)

Председатель методической  
комиссии факультета



И.А. Хименков

## **1 Цель и задачи освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины - приобретение обучаемыми теоретических знаний, практических навыков и компетенций по общим принципам и методам анализа надежности технических систем и техногенных рисков.

В рамках освоения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» обучающиеся готовятся к решению следующих задач:

- получение знаний на основе изученной теории и приобретенных практических навыков по обеспечению надежности технических систем;
- изучение современных методов качественного и количественного анализа надежности технических систем и оценки техногенного риска.

## **2 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

2.1 Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» Б1.О.41 относится к дисциплинам базовой части блока Б1 «Дисциплины (модули)». ОПК-11 ОПК-4

2.2 Для успешного освоения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» обучающийся должен иметь базовую подготовку по дисциплине «Высшая математика», формирующей с компетенции ОПК-3.

2.3 Результаты обучения по данной дисциплине необходимы для изучения дисциплины «Управление безопасностью труда», а также для выполнения разделов выпускной квалификационной работы, в части проектирования мероприятий, направленных на повышение надежности технических систем.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Планируемые результаты обучения по дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>ОПК-4. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в областях техносферной безопасности, охраны труда, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды</p>	<p>ИД-1ОПК-4 В повседневной деятельности учитывает современные тенденции развития техники и технологий в областях техносферной безопасности и охраны труда.</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные тенденции развития техники и технологий в области пожарной безопасности, охраны труда, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с обеспечением безопасных условий и охраны труда, пожарной безопасности, защитой окружающей среды.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные тенденции развития техники и технологии при решении типовых задач в области обеспечения пожарной безопасности;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета сил и средств необходимых для тушения пожаров, обеспечения безопасных условий и охраны труда, защиты окружающей среды, навыками работы на измерительной и вычислительной техники элементов</li> </ul>
<p>ОПК-11. Способен формулировать и решать научно-технические задачи по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности</p>	<p>ИД-1<sub>ОПК-11</sub> Использует известные методики при организации и проведения научно-технических исследований на основе действующего законодательства Российской Федерации, регулирующие защиту интеллектуальной собствен-</p>	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы и особенности организации и проведения научно-технических исследований; действующее законодательство Российской Федерации, регулирующие правоотношения, возникающие в процессе создания и</li> </ul>

	ности, по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности.	использования интеллектуальной собственности по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности Уметь; -применять методы оценки соответствия разработанных научно-технических решений известным способам и техническим средствам, обладающим мировой новизной; пользоваться нормативно-технической и правовой документацией по вопросам заимствования научно-технических решений; применять методы устранения технических противоречий при проведении теоретических и экспериментальных исследований; на основе полученных знаний составлять модели и интерпретировать полученные при проведении экспериментов результаты Владеть - объемом знаний и информации для решения научно-технических задач, возникающих в процессе организации и проведения исследований; навыками проведения лабораторных исследований и построения по их результатам зависимостей влияния различных факторов по обеспечению безопасных условий и охраны труда в областях пожарной безопасности
--	---	---

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	очная форма обучения	заочная форма обучения
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего	24	8
в т.ч. лекции	12	4
практические занятия (включая семинары)	12	4
Самостоятельная работа	30	60
Промежуточная аттестация (зачет)	18/9 семестр	4/6 курс
Общая трудоемкость дисциплины	72/2	72/2



## 4.2 Содержание дисциплины

Наименование раздела дисциплины/ укрупненные темы раздела	Основные вопросы темы	Трудоемкость раздела и её распределение по видам учебной работы, час.								Коды формируемых компетенций
		очная форма обучения				заочная форма обучения				
		всего	лекция	ПЗ	СРС	всего	лекция	ПЗ	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		9 семестр				6 курс				
1. Элементы теории надежности технических систем.		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	-	<b>8</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Основные понятия надежности технических систем.		+		+				+	
	2. Показатели надежности технических систем.		+		+		+		+	
	3. Модели распределений, используемые в теории надежности.		+	+	+		+		+	
Форма контроля		вопросы устного опроса				вопросы к зачету				
2. Математические зависимости для оценки надежности.		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	-	<b>8</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Функциональные зависимости надежности.		+		+		+		+	
	2. Теорема сложения вероятностей.		+	+	+		+		+	
	3. Теорема умножения вероятностей.		+	+	+				+	
	4. Формула полной вероятности.		+	+	+				+	
Форма контроля		вопросы устного опроса				вопросы к зачету				
3. Причины потери работоспособности технического объекта.		<b>7</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	-	-	<b>8</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Источники и причины изменения начальных параметров технических систем		+		+				+	
	2. Анализ закономерностей изменения свойств материалов		+	+	+				+	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	3. Отказы, вызываемые общими причинами		+	+	+				+	
Форма контроля		вопросы устного опроса				вопросы к зачету				
4. Основные характеристики надежности элементов и систем.		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Показатели надежности не восстанавливаемого элемента		+		+				+	
	2. Показатели надежности восстанавливаемого элемента		+	+	+			+	+	
	3. Показатели надежности системы, состоящих из независимых элементов		+	+	+			+	+	
	4. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем		+	+	+				+	
	5. Распределение нормируемых показателей надежности				+				+	
Форма контроля		деловая игра				деловая игра				
5. Расчет показателей надежности технических систем.		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Структурные модели надежности сложных систем		+		+				+	
	2. Структурная схема надежности системы с последовательным соединением элементов		+	+	+			+	+	
	3. Структурная схема надежности системы с параллельным соединением элементов		+	+	+			+	+	
	4. Структурные схемы надежности систем с другими видами соединения элементов		+	+	+			+	+	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	5. Применение теории надежности для оценки безопасности технических систем		+	+	+			+	+	
	6. Показатели безопасности систем «человек-машина»		+		+		+		+	
	7. Роль инженерной психологии в обеспечении надежности		+		+		+		+	
Форма контроля		Дискуссия «Мозговой штурм»				дискуссия «Мозговой штурм»				
6. Логико-графические методы анализа надежности и риска.		<b>8</b>	-	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	-	-	<b>10</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Определения и символы, используемые при построении дерева				+				+	
	2. Процедура построения дерева отказов				+				+	
	3. Качественная и количественная оценка дерева отказов				+				+	
	4. Дерево событий				+				+	
Форма контроля		«кейс-задачи»				вопросы к зачету				
7. Основы теории и практики техногенного риска		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	-	<b>1</b>	<b>9</b>	ОПК-11 ОПК-4
	1. Понятие техногенного риска		+		+				+	
	2. Методология анализа и оценки риска		+	+	+			+	+	
	3. Качественные методы анализа риска		+	+	+			+	+	
	4. Количественная оценка риска		+	+	+			+	+	
	5. Управление риском		+	+	+			+	+	
Форма контроля		«кейс-задачи»				«кейс-задачи»				
Промежуточная аттестация		зачет				зачет				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		9 семестр				6 курс				
Аудиторных и СРС		54	12	12	30	68	4	4	60	
Зачет		18				4				
Всего		72				72				

## 5 Образовательные технологии

С целью обеспечения развития у обучающегося навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств, в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 20.05.01 – Пожарная безопасность реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательной деятельности активных и интерактивных форм проведения занятий (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых Академией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Номер темы	Используемые в учебном процессе интерактивные и активные образовательные технологии				Всего
	лекции		практические (семинарские) занятия		
	форма	часы	форма	часы	
1	лекция - презентация	2	-	-	2
3	лекция - презентация	2	-	-	2
4	проблемная лекция	2	деловая игра	2	4
5	проблемная лекция	2	-	-	2
6	-	-	дискуссия	4	4
7	-	-	деловая игра	4	4
Итого в часах (% к общему количеству аудиторных часов)					18 (38 %)

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с. (Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/507273>).

2. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новосибир.: НГТУ, 2012. - 427 с. (Электронный ресурс. Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/558704>).

3. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / Мясоедова Т.Н., Плуготаренко Н.К. - Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2016. - 84 с. (Электронный ресурс. Режим доступа <http://znanium.com/catalog/product/999624>).

б) перечень дополнительной литературы

4. Надежность технических систем: учебное пособие / Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с. (Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/503591>).

5. Теория надежности сложных систем: учебное пособие / В. А. Каштанов, А. И. Медведев. - 2-е изд., перераб. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 608 с. (Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/544728>).

6. Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. М.: ИНФРА-М, 2019. — 592 с. (Электронный ресурс. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1019246>).

7. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения.

в) перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8. Методическое пособие по выполнению самостоятельных работ по курсу «Надежность технических систем и техногенный риск» для студентов очной и заочной формы обучения. - Лесниково, 2013. – 124 с. (на правах рукописи)

9. Методические указания и сборник заданий для практических занятий по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск / Г.Х. Харисов, А.Н. Калайлов, А.В. Мирзаянц. М.: Академия ГПС 2011. - 65 с.

г) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

10. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>.

11. Файлы – Все для студента -<http://www.twirpx.com/files>.

12. Электронно-библиотечная система «Znanium.com»//Электронный ресурс <http://znanium.com> [Режим доступа: свободный].

- д) перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
13. Справочно-правовая система «Consultant.ru»
  14. Информационно-правовой портал «Гарант»
  15. Программа работы с текстовыми документами «Microsoft Office».

### 7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, аудитория № 8, корпус военной кафедры	Специализированная мебель: учебная доска, стол и стул преподавателя, посадочные места для студентов. Набор демонстрационного оборудования с возможностью использования мультимедиа: проектор SANYO model PLC-XV70 – 1 шт.; экран – 1 шт.; портативный компьютер – 1 шт.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, аудитория № 33, корпус военной кафедры	Специализированная мебель: учебная доска, стол и стул преподавателя, посадочные места для студентов. Электрофицированный стенд «Пульсар» (подача сигналов при возникновении возгораний и т.п.); планшеты «Приборы контроля» (измерения электрических величин; термометры; газосигнализаторы; вакуумметры; манометры; расходомеры); планшет «Элементы пожарной сигнализации» (табло «Эвакуация»; системы и устройства подачи и обработки пожарных сигналов и др.).
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, читальный зал библиотеки, кабинет № 216, главный корпус	Специализированная мебель: учебная доска, посадочные места для студентов. Компьютерная техника с подключением к сети «Интернет» (ЭБС «Znanium.com», ЭБС «AgriLib», Научная библиотека «eLYBRARY.RU») и обеспечением доступа в электронную образовательную среду Академии. Специальная учебная, учебно-методическая и научная литература
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, кабинет № 110 а, главный корпус	Специализированная мебель: стеллажи. Сервер Intel Xeon E5620, Intel Pentium 4 - 7 шт., Intel Core 2 Quad Q 6600 – 3 шт.

### 8 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (Приложение 1)

### 9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Планирование и организация времени, необходимого на освоение дисциплины, предусматривается ФГОС и учебным планом дисциплины. Объём часов и виды учебной работы по формам обучения распределены в рабочей программе дисциплины в п.4.2.

## 9.1 Учебно-методическое обеспечение аудиторных занятий

По дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» образовательной программой предусмотрено проведение следующих занятий: лекции, практические занятия, индивидуальные и групповые консультации, самостоятельная работа обучающихся.

Лекции предусматривают преимущественно передачу учебной информации преподавателем обучающимся. Занятия лекционного типа включают в себя лекции вводные, установочные (по заочной форме обучения), обычные, обзорные, заключительные.

На лекциях используются следующие интерактивные и активные формы и методы обучения: демонстрация презентации, лекции с элементами беседы и дискуссии, проблемные лекции и др.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Практические занятия проводятся для углубленного изучения обучающимися определенных тем, закрепления и проверки полученных знаний,

овладения навыками самостоятельной работы, выполнения основных расчетов, связанных с определением огнестойкости строительных конструкций, разработка комплекса мероприятий, направленных на повышение уровня огнестойкости строительных конструкций.

Подготовка к групповому занятию начинается ознакомлением с его планом по соответствующей теме, временем, отведенным на данный семинар, перечнем рекомендованной литературы. Затем следует главный этап подготовки к занятию: обучающиеся в соответствии с планом семинара изучают соответствующие источники.

Практические занятия являются действенным средством усвоения курса данной дисциплины. Поэтому обучающиеся, получившие на занятии неудовлетворительную оценку, а также пропустившие его по любой причине, обязаны отработать возникшие задолженности. По итогам практических занятий обучающиеся получают зачет.

### **Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа является более продуктивной и эффективной, если правильно используются консультации. Консультация – одна из форм учебной работы. Она предназначена для оказания помощи обучающимся в решении вопросов, которые могут возникнуть в процессе самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку докладов, материалов, для участия в дискуссиях и деловых играх, а также при выполнении курсового проекта. При самостоятельной работе большое внимание нужно уделять работе с основной и дополнительной литературой, а также нормативной документацией.

Самостоятельная работа обучающихся обычно складывается из нескольких составляющих:

- работа с текстами: учебниками, нормативными материалами, текстами федеральных законов, дополнительной литературой, в том числе материалами интернета, а также проработка конспектов лекций;
- написание докладов, рефератов, курсовых и выпускных квалификационных работ, составление графиков, таблиц, схем;
- участие в работе на практических занятиях, студенческих научных конференций;
- подготовка к зачету непосредственно перед ним.

Зачет является заключительным этапом изучения дисциплины данной дисциплины и имеет целью проверить теоретические знания обучающихся, их навыки и умения применять полученные знания при решении практических задач. К зачету предполагается подготовка преподавателей комплекса вопросов.





Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Курганская государственная сельскохозяйственная академия имени Т.С. Мальцева»

Кафедра пожарной и промышленной безопасности

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ И.И. Манило

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

к рабочей программе дисциплины

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

Специальность – 20.05.01 Пожарная безопасность

Направленность программы (специализация) – Пожарная безопасность

Квалификация – Специалист

Разработчик:

канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ А.Г. Шарипов

Фонд оценочных средств одобрен на заседании кафедры пожарной и производственной безопасности «28» августа 2017 г. (протокол № 1)

Завкафедрой,

д-р техн. наук

\_\_\_\_\_ И.И. Манило

Одобен на заседании методической комиссии факультета промышленного и гражданского строительства «28» августа 2017 г. (протокол № 1).

Председатель методической комиссии факультета

канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ И.А. Гениатулина

## 1 Общие положения

1.1 Фонд оценочных средств предназначен для оценки результатов освоения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» основной образовательной программы 20.05.01 Пожарная безопасность.

1.2 Formой промежуточной аттестации по дисциплине является зачет.

2 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Контролируемые разделы, темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства	
		текущий контроль	промежуточная аттестация
1. Элементы теории надежности технических систем	ОК-9, ПК-29	вопросы для устного опроса, вопросы к зачету	вопросы к зачету
2. Математические зависимости для оценки надежности	ПК-29	вопросы для устного опроса, вопросы к зачету	вопросы к зачету
3. Причины потери работоспособности технического объекта.	ПК-29	вопросы для устного опроса, вопросы к зачету	вопросы к зачету
4. Основные характеристики надежности элементов и систем.	ОК-9, ПК-29	задания для проведения деловой игры, вопросы к зачету	вопросы к зачету
5. Расчет показателей надежности технических систем	ОК-9, ОПК-3, ПК-29	перечень тем для дискуссии «Мозговой штурм», вопросы к зачету	вопросы к зачету
6. Логико-графические методы анализа надежности и риска	ОК-9, ОПК-3, ПК-29	комплект «кейс-задач», вопросы к зачету	вопросы к зачету
7. Основы теории и практики техногенного риска	ОК-9, ОПК-3, ПК-29	комплект «кейс-задач, вопросы к зачету	вопросы к зачету

## 3 Типовые контрольные задания

3.1 Оценочные средства для текущего контроля (по темам и разделам)

3.1.1 Задачи и задания («кейс-задачи»)

Текущий контроль по дисциплине проводится на практическом занятии с целью оценки знаний и умений, а так же умение анализировать и решать профессиональные задачи.

«Кейс-задача» - это задача содержащая «кейс-ситуацию», выступающая в форме проблемной ситуации, ситуации – оценки или ситуации – иллюстрации. Задача обучающего обладая определенным объемом теоретического

материала предложить вариант (варианты) решения данной «кейс-задачи», а значит и ситуации.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ОПК-3, ПК-29.

### **Комплект «кейс-задач»**

#### **Тема 6 Логико-графические методы анализа надежности и риска**

Задачи:

1. Построить дерево отказов.
2. Построить дерево повторяющихся событий.
3. Метод инициированных отказов.
4. Вероятностная оценка дерева отказов.

Ожидаемые результаты: обучающийся должен владеть основными методами определения надежности технических систем и их элементов, уметь разрабатывать комплексную программу мероприятий, направленных на повышения противопожарной защиты объектов и технических систем, а также навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (ОК-9, ОПК-3, ПК-29).

#### **Тема 7 Основы теории и практики техногенного риска**

Задачи:

Задача 1

Гостиница 16 этажей на 500 мест. Со второго этажа и выше оборудовано индивидуальными пожарными спасательными средствами. Количество устройств  $m = 100$  шт., которые в течение 2 лет прошли эксплуатационные испытания, при этом обнаружено 12 скрытых отказов и 4 явных отказов. Среднее время восстановления работоспособности составил 3 часа, среднее время неработоспособного состояния по причине явных отказов 6 часов.

Определить индивидуальные пожарный риск и рассчитать оптимальное дежурное время, при котором индивидуальный пожарный риск в гостинице достигнет минимально возможного значения.

Задача 2

Определить индивидуальные пожарный риск при эксплуатации индивидуального пожарного спасательного средства в гостинице согласно представленной блок-схеме.

Интенсивность явных и скрытых отказов: карабин  $\lambda_{я} = 0,02$ ; канат  $\lambda_{я} = 0,04$ ; катушка  $\lambda_{с} = 0,12$ ; подшипник  $\lambda_{с} = 0,65$ ; серьга  $\lambda_{я} = 0,02$ ; вентиль  $\lambda_{с} = 1,1$ ; корпус  $\lambda_{я} = 1,1$ ; эксцентрик  $\lambda_{с} = 0,002$ ; цилиндр  $\lambda_{с} = 1,1$ ; шатун  $\lambda_{с} = 7,5$ ; шпилька  $\lambda_{с} = 0,35$ ; поршень  $\lambda_{с} = 0,2$ ; сальник  $\lambda_{с} = 0,02$ ; шток  $\lambda_{с} = 0,5$ . Дежурное время  $\tau = 0,5$  года, время технического обслуживания  $t_0 = 8$  часов = 0,000613 года, интенсивность восстановления работоспособности  $\mu = 1460$  1/год, интенсивность требуемых функций  $\lambda_{т} = 18 \cdot 10^{-6}$  1/год.

### Задача 3

Рассчитать наибольшее дежурное время  $\tau$ , при котором будет обеспечена требуемая Техническим регламентом безопасность людей в медицинской барокамере.

$T = 1$  год,  $N = 4$  человека,  $\omega_{с} = 0,035$  1/год,  $\omega_{я} = 0,184$  1/год,  $t_{т0} = 0,000913$  года,  $\mu = 6257$  1/год.

При решении «кейс-задачи» используются методические указания и сборник заданий для практических занятий по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск / Г.Х. Харисов, А.Н. Калайлов, А.В. Мирзаянц. М.: Академия ГПС 2011. - 65 с.

Ожидаемый результат: в результате изучения темы обучающийся должен знать основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); уметь проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29), а так же овладеть методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29), приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29), навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3).

### Критерии оценки решения обучающегося «кейс-задачи»

Оценка	Критерии
«Отлично»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полное, правильное и подробное решение «кейс-задачи»;</li> <li>2. Аргументация каждого шага решения. Логическое обоснование результатов вариативной части «кейс-задачи»;</li> <li>3. Показано умение интерполировать полученную теоретическую информацию для решения предлагаемой практической ситуации;</li> <li>4. Наличие в ответе дополнительной информации, выходящей за рамки «необходимой для решения», что свидетельствует о творческом подходе к решению «кейс-задачи».</li> </ol>
«Хорошо»	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Правильное решение «кейс-задачи»;</li> </ol>

	2. Реализация решения без аргументации принятых решений; 3. Отсутствие творческого подхода к решению «кейс-задачи».
«Удовлетворительно»	1. Неполное решение с незначительными ошибками; 2. Выбор нерационального варианта в вариативной части решения «кейс-задачи»; 3. Отсутствие аргументации принятых решений.
«Неудовлетворительно»	1. Неверно решение «кейс-задачи»; 2. Большое количество существенных ошибок; 3. Отсутствие решения вариативной части «кейс-задачи».

Компетенции ОК-9, ОПК-3, ПК-29 считаются сформированными, если обучающийся получил оценку «удовлетворительно, «хорошо», «отлично».

### 3.1.2 Дискуссия «Мозговой штурм»

Текущий контроль проводится на практических занятиях в форме дискуссии с целью оценки умения аргументировать собственную точку зрения обучающимися.

Дискуссия «Мозговой штурм» проводится в рамках темы № 5 «Расчет показателей надежности технических систем».

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ОПК-3, ПК-29.

**Перечень дискуссионных тем для проведения «Мозгового штурма»:**

#### **Тема 5 Расчет показателей надежности технических систем**

Текущий контроль проводится в форме дискуссии «Мозговой штурм» во время проведения практического занятия с целью оценки знаний обучающихся.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ОПК-3, ПК-29.

Перечень вопросов для проведения дискуссии:

1. Показатели безопасности систем «человек-машина» (СЧМ).
2. Своевременность решения задачи СЧМ.
3. Безопасность труда человека в СЧМ.
4. Эргономический показатель.
5. Надежность и ошибки оператора.
6. Вероятность безошибочного выполнения операций.
7. Коэффициент готовности оператора.

## 8. Инженерная психология в обеспечении надежности.

Ожидаемые результаты: обучающийся должен владеть основными методами определения надежности технических систем и их элементов, уметь разрабатывать комплексную программу мероприятий, направленных на повышения противопожарной защиты объектов и технических систем, а также навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (ОК-9, ОПК-3, ПК-29).

### Этапы проведения дискуссии «Мозговой штурм»

1. Формулирование преподавателем проблемы, которую необходимо решить. Проблема может носить реальный или учебный характер и служить развитию продуктивного мышления, гибкости, критичности обучающихся.

2. Формирование экспертной группы (3 – 4 человека), способной отобрать наилучшие идеи и разработать показатели и критерии оценки. Преподаватель может участвовать в реализации этого этапа или предложить сделать это самим обучающимся.

3. Тренировочная интеллектуальная разминка для приведения обучающихся в рабочее психологическое состояние за счет активизации их знаний, обмена мнениями и выработки общей позиции по проблеме. Позволяет обучающимся освободиться от воздействия сковывающих факторов (страхов, статусно-ролевых установок, лени, замедленной скорости реакций и т. п.), психологических барьеров и дискомфорта. Обычно носит отвлеченный характер. Этот шаг осуществляется в форме экспресс-опроса. Преподаватель обращается к обучающимся с вопросом, на который те должны дать краткий ответ. При затруднении одного отвечающего преподаватель спрашивает другого. Таким образом, в течение 10 – 15 мин. производится подготовка к дальнейшей активной коммуникации.

4. Собственно «мозговой штурм», направлен на разрешение поставленной проблемы. Генерирование идей начинается с подачи преподавателем сигнала о начале работы. Обучающиеся формулируют любые пришедшие им в голову варианты решений, стараясь избавиться от их критической оценки. Для этого преподаватель поощряет интеллектуальную активность участников, запрещает любые комментарии в адрес высказанных идей и предложений к ним, блокирует невербальные эмоциональные реакции членов группы на услышанное. Для этого работа ведется в максимально быстром темпе. Каждому обучающемуся слово предоставляется на несколько секунд, что не исключает его повторной активации. Работа может вестись по кругу или вразнобой. Экспертная группа фиксирует все выдвинутые идеи с помощью

технических средств и/или на бумаге. Общая продолжительность этапа 10 – 20 минут. Если продуктивность работы недостаточна, преподаватель может предложить перейти к индивидуальной работе, когда после получения установки каждый участник фиксирует свои мысли и идеи на бумаге (2 – 5 минут), затем все члены группы одновременно выкладывают свои карточки для обозрения, сравнения и обсуждения.

5. Оценка и отбор наилучших идей экспертной группой или всеми участниками «мозгового штурма». Этот этап носит характер групповой дискуссии, из которой исключены моменты персонализации выдвинутых предложений. Обсуждаются непосредственно идеи и предложения, для чего их оглашение и презентацию берет на себя преподаватель или члены экспертной группы. Оценка и обсуждение проводятся в соответствии с заранее подготовленными критериями и показателями. Продолжительность этого этапа может сильно варьировать. В целом не стоит сворачивать обсуждение. Если ни один из предложенных вариантов не отвечает всем заданным критериям, есть смысл вернуться к предыдущему этапу и провести еще один «Мозговой штурм».

6. Обобщение результатов «Мозгового штурма». Преподаватель резюмирует итоги «мозгового штурма» и итоги обсуждения его результатов.

Ожидаемый результат: уметь использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9), знать основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (ОПК-3), основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29), уметь использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29), применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29), проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29), анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29), применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и профессиональных различий сотрудников (для ОПК-3).

Критерии оценки деятельности обучающегося в процессе проведения дискуссии «Мозгового штурма»

Оценка	Критерии
«Отлично»	1. Активное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Уверенная аргументация собственных, выдвинутых вариантов решения предложенной ситуации; 3. Творческий подход в решении проблемы; 4. Все предлагаемые варианты решения ситуации являются рациональными и верными.
«Хорошо»	1. Активное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Недостаточная аргументация собственных, выдвинутых вариантов решения предложенной ситуации; 3. Традиционный или классический подход к решению предложенной ситуации. 4. Некоторые из предложенных вариантов решения ситуации не являются рациональными.
«Удовлетворительно»	1. Неуверенное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Традиционный к решению предложенной ситуации и как правило выбранное решение является нерациональным или ошибочным. 3. Отсутствие аргументации принятых решений.
«Неудовлетворительно»	1. Пассивное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Отсутствие варианта решения предложенной ситуации или оно является ошибочным.

Компетенция ОК-9, ОПК-3, ПК-29 считаются сформированной, если обучающийся получил оценку «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

### 3.1.3 Деловая игра

Текущий контроль проводится на практических занятиях в форме деловой игры с целью оценки умения аргументировать собственную точку зрения обучающимися.

Деловая игра проводится в рамках темы № 4 «Основные характеристики надежности элементов и систем».

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ПК-29.

Дискуссионная тема для проведения деловой игры: проведение экспертизы предлагаемого объекта или системы по основным показателям надежности и критериям пожарной безопасности.

Этапы проведения деловой игры:

1. Обучающимся демонстрируется фильм о объекте или о каком-либо техническом средстве, который содержит информацию об объекте (техниче-

ском средстве) и основные сведения необходимые для организации деловой игры.

2. Обучающиеся вместе с преподавателем образуют две группы: первая (наблюдатели) и вторая (активные участники).

3. Члены внутреннего круга активно участвуют в обсуждении предложенного преподавателем вопроса. Остальные обучающиеся наблюдают и выступают тогда, когда чья-либо версия их заинтересовала; они дополняют, задают вопросы, конкретизируют. При этом «наблюдатель» должен встать рядом с активным участником, который привлек его своей версией.

4. После обсуждения одной проблемы (вопроса) обучающиеся меняются местами (те, кто стоял за пределами круга, садятся в круг). Желательно, чтобы все обучающиеся побывали в кругу.

5. Обобщение результатов деловой игры. Преподаватель резюмирует итоги обсуждения его результатов.

Ожидаемый результат: знать основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (ОПК-3), основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); уметь использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29), применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29), проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29), анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29), применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3), уметь использовать приемы оказания первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций (ОК-9).

Критерии оценки деятельности обучающийся в процессе проведения деловой игры

Оценка	Критерии
«Отлично»	1. Активное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Уверенная аргументация собственных, выдвинутых вариантов решения предложенной ситуации; 3. Творческий подход в решении проблемы; 4. Все предлагаемые варианты решения ситуации являются рациональными и верными.

«Хорошо»	1. Активное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Недостаточная аргументация собственных, выдвинутых вариантов решения предложенной ситуации; 3. Традиционный или классический подход к решению предложенной ситуации. 4. Некоторые из предложенных вариантов решения ситуации не являются рациональными.
«Удовлетворительно»	1. Неуверенное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Традиционный к решению предложенной ситуации и как правило выбранное решение является нерациональным или ошибочным.
«Неудовлетворительно»	1. Пассивное участие на всех этапах процесса обсуждения; 2. Отсутствие варианта решения предложенной ситуации или оно является ошибочным.

Компетенция ОК-9, ОПК-6, ПК-29 считаются сформированной, если обучающийся получил оценку «удовлетворительно, «хорошо», «отлично».

### 3.1.4 Вопросы для проведения устного опроса

#### **Тема 1 Элементы теории надежности технических систем**

Текущий контроль проводится в форме устного опроса во время проведения практического (семинарского) занятия с целью оценки знаний, умений и навыков обучающихся по специальности Пожарная безопасность

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9 ПК-29.

Перечень вопросов для проведения устного опроса:

1. Термины «безопасность», «надежность», «опасность» и «риск».
2. Комплекс свойств надежности.
3. Свойства объектов с точки зрения надежности.
4. Виды отказов.
5. Показатели безотказности.
6. Показатели долговечности.

Ожидаемый результат: знать основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (ОПК-3), основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29).

#### **Тема 2. Математические зависимости для оценки надежности**

Текущий контроль проводится в форме устного опроса во время проведения практического (семинарского) занятия с целью оценки знаний, умений и навыков обучающихся по специальности Пожарная безопасность

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-29.

Перечень вопросов для проведения устного опроса:

1. Закон распределения Пуассона.
2. Экспоненциальный закон распределения.
3. Плотность распределения.
4. Функция распределения.
5. Функция надежности.
6. Математическое ожидание.
7. Дисперсия случайной величины
8. Нормальный закон распределения (закон Гаусса).

Ожидаемый результат: знать основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29).

### **Тема 3 Причины потери работоспособности технического объекта**

Текущий контроль проводится в форме устного опроса во время проведения практического (семинарского) занятия с целью оценки знаний, умений и навыков обучающихся по специальности Пожарная безопасность

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ПК-29.

Перечень вопросов для проведения устного опроса:

1. Источники и причины изменения начальных параметров технических систем.
2. Источники воздействия на технические системы.
3. Виды энергии, влияющие на работоспособность технических систем.
4. Физика отказов.
5. Законы состояния.
6. законы старения.

Ожидаемый результат: знать основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29).

### **Тема 4 Основные характеристики надежности элементов и систем**

Текущий контроль проводится в форме устного опроса во время проведения практического (семинарского) занятия с целью оценки знаний, умений и навыков обучающихся по специальности Пожарная безопасность

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ПК-29.

Перечень вопросов для проведения устного опроса:

1. Показатели надежности невозстанавливаемого элемента.
2. Показатели надежности восстанавливаемого элемента.
3. Коэффициент готовности.
4. Коэффициент технического использования.
5. Показатели надежности системы, состоящих из независимых элементов.
6. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем.

Ожидаемый результат: знать особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29).

Критерии оценки устного опроса обучающихся:

Оценка	Критерии
«Отлично»	<p><b>Знает:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количе-</p>

	<p>ственных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).</p>
«Хорошо»	<p><b>Знает не достаточно полно:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет в большинстве случаев:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет в большинстве случаев:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).</p>
«Удовлетворительно»	<p><b>Знает некоторые:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет частично:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет частично:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приема-</p>

	ми количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).
«Неудовлетворительно»	<p><b>Не знает:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Не умеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Не владеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p>

Компетенции ОК-9 и ПК-29 считаются сформированными, если обучающийся получил оценку «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

### 3.3 Оценочные средства для контроля самостоятельной работы

#### 3.3.1 Устный опрос

#### Тема 1 Элементы теории надежности технических систем

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Ремонтпригодность.
2. Сохраняемость.
3. Виды отказов.
4. Работоспособное состояние объекта.
5. Неработоспособное состояние объекта.

6. Виды ресурса объекта.
7. Классификация показателей.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9 ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).

## **Тема 2. Математические зависимости для оценки надежности**

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Однопараметрический закон распределения.
2. Закон распределения надежности при нормальной эксплуатации изделий.
3. Логарифмически нормальное распределение.
4. Двухпараметрическое распределение (закон Вейбулла).
5. Гамма-распределение.
6. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9 ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (ком-

плексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).

### **Тема 3 Причины потери работоспособности технического объекта**

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Функциональные зависимости надежности.
2. Мода.
3. Медиана.
4. Квантиль.
5. Симметрично модальное распределение.
6. Закон больших чисел.
7. Теорема умножения вероятностей.
8. Теорема сложения вероятностей.
9. Формула полной вероятности.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9 ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).

### **Тема 4 Основные характеристики надежности элементов и систем**

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Коэффициент оперативной готовности.
2. Коэффициент технического использования изделия.
3. Функция распределения надежности восстанавливаемого объекта.
4. Функция распределения надежности невосстанавливаемого объекта.
5. Распределение нормируемых показателей надежности.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9 ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).

### **Тема 5 Расчет показателей надежности технических систем**

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Факторы, отрицательно влияющие на надежность сложных систем.
2. Положительны стороны сложных систем.
3. Специфические особенности анализа сложных систем.
4. Функция надежности сложных систем при последовательном соединении элементов.
5. Функция надежности сложных систем при параллельном соединении элементов.
6. Функция надежности сложных систем с поканальным резервированием.
7. Функция надежности сложных систем с поэлементным резервированием.
8. Проектный расчет надежности технической системы.
9. Применение теории надежности для оценки безопасности технической системы.
10. Показатели надежности систем «человек – машина».
11. Роль инженерной психологии в обеспечение надежности.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основ-

ные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических.

## **Тема 6 Логико-графические методы анализа надежности и риска**

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Графы состояния и переходов.
2. Дерево событий.
3. Дерево происшествий.
4. Дерево их исходов.
5. Фрейма.
6. Определения и символы, используемые при построении дерева.
7. Количественная и качественная оценка дерева отказов.
8. Дерево повторяющихся событий.
9. Вероятностная оценка дерева отказов.
10. Преимущества и недостатки дерева отказов.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ОПК-3, ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических.

## **Тема 7 Основы теории и практики техногенного риска**

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение:

1. Понятие техногенного риска.
2. Методология анализа и оценки риска.

3. Качественные методы анализа риска.
4. Количественная оценка риска.
5. Критерии приемлемого риска.
6. Управление риском.
7. Применении теории риска в технических системах.
8. Анализ и оценка риска при декларирование безопасности производственного объекта.
9. Оценка риска аварии.

Перечень компетенций, проверяемых оценочным средством: ОК-9, ОПК-3, ПК-29.

Форма отчетности: устный опрос.

Ожидаемые результаты: особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических.

Критерии оценки устного опроса обучающихся:

Оценка	Критерии
«Отлично»	<p><b>Знает:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам про-</p>

	<p>дукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).</p>
«Хорошо»	<p><b>Знает не достаточно полно:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет в большинстве случаев:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет в большинстве случаев:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).</p>
«Удовлетворительно»	<p><b>Знает некоторые:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огне-</p>

	<p>защитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет частично:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет частично:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).</p>
«Неудовлетворительно»	<p><b>Не знает:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Не умеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современ-</p>

	<p>ные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Не владеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p>
--	---

Компетенции ОК-9, ОПК-3 и ПК-29 считаются сформированными, если обучающийся получил оценку «удовлетворительно, «хорошо», «отлично».

### 3.4 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для промежуточной аттестации (зачет).

1. Перечислить основные показатели надёжности.
2. Дать определение вероятности безотказной работы.
3. Перечислить показатели безотказности.
4. Перечислить показатели долговечности.
5. Дать определение неремонтируемого изделия. Привести пример.
6. Дать определение ремонтируемого изделия. Привести пример.
7. Перечислить модели распределения.
8. Дать определение интенсивности отказов.
9. Дать определение математическому ожиданию.
10. Дать определение безотказности.
11. Дать понятие коэффициента технического использования.
12. Дать определение сложной системе. .
13. Что такое элемент сложной системы?
14. Перечислить факторы, которые отрицательно влияют на работоспособность сложной системы.
15. Привести методику анализа надёжности сложной системы.
16. Дать понятие резервированию элементов системы.
17. Дать понятие системе с последовательным соединением элементов.
18. Дать понятие системе с параллельным соединением элементов.
19. Дать понятие системы со смешанным соединением элементов.
20. Что такое холодное резервирование?

21. Что такое горячее резервирование?
22. Что такое частично параллельное резервирование системы?
23. Привести пример структурной схемы надёжности с параллельно-последовательным соединением элементов.
24. Привести пример структурной схемы надёжности с поканальным резервированием.
25. Привести пример структурной схемы надёжности с поэлементным резервированием.
26. Дать определение системы «человек-машина».
27. Дать определение аварии.
28. Дать определение «дереву отказов».
29. Причислить достоинства и недостатки метода «дерева отказов».
30. Какие существуют методы для повышения надёжности?
31. Какими величинами руководствуются при оценке риска?
32. Что позволяет оценить количественный анализ риска?
33. Чем характеризуются методы количественного анализа риска?
34. Какие возможности предоставляет количественный анализ опасностей?
35. Что необходимо учитывать при проведении оценки опасности и составлении декларации безопасности на опасном промышленном объекте (ОПО)?
36. Каким путём можно ограничивать производственную деятельность ОПО?
37. Управление системой производственной безопасности.
38. Социально-экономические аспекты техногенной и экологической безопасности.
39. Факторы опасности ОПО.
40. Безопасность технических систем, безотказность технического объекта.
41. Понятие риска, классификация видов риска.
42. Управление риском.
43. Критерии приемлемого риска.
44. Оценка риска технической системы.

Ожидаемые результаты: во время ответа обучающийся должен продемонстрировать знание особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащит-

ных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29); умение применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29); владение основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).

Итогом промежуточной аттестации является однозначное решение: «компетенции ОК-9, ОПК-3 и ПК-29 сформированы / не сформированы».

4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме зачета

Наименование показателя	Описание показателя	Уровень сформированности компетенции
Зачтено	<b>Знает:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на	Пороговый уровень (обязательный для всех обучающихся)

	<p>объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Умеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Владеет:</b> основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).</p>	
Не зачтено	<p><b>Не знает:</b> особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные мето-</p>	Компетенция не сформирована

	<p>ды решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29).</p> <p><b>Не умеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p> <p><b>Не владеет:</b> применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29).</p>	
--	---	--

Компетенции ОК-9, ОПК-3 и ПК-29 считаются сформированными, если обучающийся получил «зачтено», что означает успешное прохождение аттестационного испытания.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Надежность технических систем техногенный риска» проводится в виде устного зачета с целью определения уровня знаний, умений и навыков.

Образовательной программой 20.05.01 Пожарная безопасность предусмотрена одна промежуточная аттестация по соответствующим разделам данной дисциплины. Подготовка обучающегося к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных и семинарских занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы. Во время самостоятельной подготовки обучающийся пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (перечень литературы в рабочей программе дисциплины).

Оценка знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций осуществляется преподавателем на основе принципов объективности и независимости оценки результатов обучения, используя объективные данные результатов текущей аттестации студентов.

Во время зачета обучающийся должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу.

Во время ответа обучающийся должен продемонстрировать знание особенности пожарно-технической экспертизы технологической части проекта и пожарно-технического обследования технологического оборудования действующего производства (для ОК-9); основные положения психологии коллектива и малых групп при организации огнезащитных работ на объекте пожарной защиты (для ОПК-3); основные понятия и методы математического анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики; основные численные методы решения прикладных задач (для ПК-29); основные положения Государственной системы стандартизации Российской Федерации и систем (комплексов) общетехнических и организационно-методических стандартов (для ПК-29); умение применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9); применять методы психологического воздействия с целью мотивации к выполнению поставленной задачи на объекте пожарной защиты, с учетом культурных и конфессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); использовать средства вычислительной техники в профессиональной деятельности (для ПК-29); применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов (для ОК-9, ПК-29); проводить расчеты надежности и работоспособности технических систем (для ПК-

29); анализировать современные сложные ТС на всех стадиях их жизненного цикла; рассчитывать риски и разрабатывать мероприятия по поддержанию их допустимых величин (для ПК-29); владение основными методами определения надежности технических систем и их элементов (для ПК-29); навыками формирования команды и лидерства в группе, с учетом культурных и профессиональных различий сотрудников (для ОПК-3); методиками качественного анализа опасностей сложных технических систем (для ОК-9, ПК-29); приемами количественных методов анализа опасностей и оценке риска (для ОК-9, ПК-29).

Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения.