

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 03 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Надежность технических систем и техногенный риск (Модуль
Безопасность технологических процессов и производств)
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления)

Направленность: Техносферная безопасность (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков, необходимых для решения прикладных задач обеспечения надежности производственных систем и их применения при оценке техногенного риска.

Задачи:

- формирование знаний теоретических положений и методов теории надежности, и их применения при оценке техногенного риска;
- формирование умений использования основных методов и формул расчета надежности;
- формирование навыков оценки показателей надежности отдельных элементов и простейших систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- теоретические положения и методы теории надежности;
- модели и методы расчета надежности технических объектов и систем;

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-1опк-2	Знает основные положения и методы теории надежности; номенклатуру отказов и закономерности их появления; качественные характеристики и числовые показатели надежности технических систем; методы оценки надежности и их применение в сфере техногенных рисков.	Знает основные законы экологии, виды и источники загрязнения природных сред, принципы рационального природопользования; характеристики функционирования физиологических систем организма человека, медико-биологические особенности действия на организм человека производственных факторов; качественные характеристики и числовые показатели надежности технических систем.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-2	ИД-2опк-2	Умеет использовать основные методы расчета надежности технических систем и их применение при оценке техногенных рисков.	Умеет применять основные законы экологии и рационального природопользования; анализировать показатели состояния здоровья работающих с учетом производственных факторов; использовать основные методы расчета надежности технических систем.	Индивидуальное задание
ОПК-2	ИД-3опк-2	Владеет навыками оценки показателей надежности отдельных элементов и простейших технических систем.	Владеет навыками выбора технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения; оценки работоспособности; проведение сравнительной оценки работоспособности; оценки показателей надежности технических систем.	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-1пко-1	Знает основные формулы и подходы к оценке надежности технических систем и их отдельных элементов.	Знает методологию научных исследований.	Тест
ПКО-1	ИД-2пко-1	Умеет использовать основные методы и формулы расчета надежности технических систем.	Умеет обобщать, анализировать и систематизировать информацию для подготовки аналитических обзоров по заданной теме.	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-3пко-1	Владеет навыками оценки показателей надежности технических систем.	Владеет навыками самостоятельного изучения, критического осмысления и систематизации научно-технической информации	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	14	14	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	6	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 1. Надежность технических систем и объектов.	6	0	16	20
<p>Тема 1. Введение. Основные понятия теории надежности.</p> <p>Технические объекты и их надежность. Основные термины теории надежности. Основные типы технических систем в теории надежности.</p> <p>Тема 2. Качественные характеристики и числовые показатели надежности технических систем.</p> <p>Качественные характеристики надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость.</p> <p>Тема 3. Оценка показателей надежности технических систем.</p> <p>Показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и их оценка.</p> <p>Показатели надежности работы оператора в системе «человек – техника».</p> <p>Тема 4. Потоки отказов и восстановлений.</p> <p>Характеристики потока отказов и восстановлений.</p> <p>Простейший поток событий. Марковская модель потока отказов и восстановлений.</p> <p>Тема 5. Вероятностные модели теории надежности.</p> <p>Вероятностные модели числа отказов.</p> <p>Моделирование длительности безотказной работы.</p> <p>Модели надежности на основе физики отказов.</p>				
Раздел 2. Расчет показателей надежности технических систем и их взаимосвязи с техногенным риском.	8	0	18	34
<p>Тема 6. Структурные схемы систем.</p> <p>Структурная схема системы. Надежность систем без резервных элементов. Повышение надежности невозстанавливаемых систем с помощью резервирования.</p> <p>Тема 7. Расчет надежности технических систем.</p> <p>Роль и значение теории надежности при решении практических задач обеспечения безопасности технологических процессов и производств. Факторы, влияющие на надежность, их классификация и характеристика. Практические методы защиты от внешних факторов. Практические методы повышения надежности систем.</p> <p>Тема 8. Взаимосвязь показателей надежности и техногенного риска.</p> <p>Источники и классификация аварий и катастроф.</p> <p>Причины аварийности на производстве. Влияние показателей надежности на техногенный риск.</p> <p>Понятие кортежа.</p> <p>Тема 9. Методы оценки вероятностей</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
неблагоприятных событий. Статистическая оценка. Дерево событий и дерево отказов. Заключение.				
ИТОГО по 6-му семестру	14	0	34	54
ИТОГО по дисциплине	14	0	34	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные компоненты надежности технического объекта и их числовые характеристики.
2	Опытная оценка ошибок и показателей надежности оператора.
3	Оценка влияния профилактики на надежность технических систем.
4	Оценка влияния временного резервирования на надежность технических систем
5	Вероятностные модели числа отказов. Моделирование длительности безотказной работы.
6	Оценка надежности элемента, работающего до первого отказа.
7	Оценка надежности восстанавливаемого элемента и его показателей.
8	Нормирование надежности, ориентировочный и полный расчет надежности.
9	Расчет показателей надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем.
10	Расчет показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем.
11	Расчет показателей надежности нерезервированных восстанавливаемых систем.
12	Расчет показателей надежности резервированных восстанавливаемых систем.
13	Построение структурных схем расчета надежности.
14	Построение алгоритмов расчета надежности отдельных элементов и системы в целом в согласии со структурной схемой.
15	Статистический анализ отказов технических систем при авариях и катастрофах на производстве.
16	Оценка вероятности неблагоприятного события при помощи дерева событий.
17	Оценка вероятности неблагоприятного события при помощи дерева отказов.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Барботько А. И. Надёжность технических систем и техногенный риск : практикум для вузов / А. И. Барботько, В. А. Кудинов. - Старый Оскол: ТНТ, 2014.	7
2	Барботько А. И. Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов / А. И. Барботько, В. А. Кудинов. - Старый Оскол: ТНТ, 2014.	7
3	Надёжность технических систем / Г. Б. Лялькина. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2011. - (Надёжность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов; Ч. 1).	99
4	Острейковский В. А. Теория надежности : учебник для вузов / В. А. Острейковский. - Москва: Высш. шк., 2003.	190

5	Половко А. М. Основы теории надежности : практикум : учебное пособие для вузов / А. М. Половко, С. В. Гуров. - Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2006.	17
6	Половко А.М. Основы теории надежности : учебное пособие для вузов / А.М. Половко, С.В. Гуров. - СПб: БХВ-Петербург, 2006.	22
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Алымов В.Т. Техногенный риск: Анализ и оценка : учебное пособие для вузов / В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. - Москва: Академкнига, 2004.	4
2	Гуськов А.В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебник / А.В. Гуськов, К.Е. Милевский. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007.	3
3	Долинов Д. Л. Основы теории надежности : конспект лекций / Д. Л. Долинов, А. Л. Долинов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.	5
4	Лисунов Е. А. Практикум по надёжности технических систем : учебное пособие для вузов / Е. А. Лисунов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2015.	3
5	Малкин В. С. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов / В. С. Малкин. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010.	2
6	Надежность технических систем. - Москва: , Альянс, Путь, 2008. - (Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие для вузов; Ч. 1).	10
7	Хуснияров М. Х. Техногенный риск и управление промышленной безопасностью нефтеперерабатывающих предприятий : учебное пособие / М. Х. Хуснияров, А. П. Веревкин, И. Р. Кузеев. - Уфа: Нефтегазовое дело, 2012.	1
8	Чура Н. Н. Техногенный риск : учебное пособие / Н. Н. Чура. - Москва: КНОРУС, 2017.	5
2.2. Периодические издания		
1	Безопасность жизнедеятельности : научно-практический и учебно-методический журнал / Министерство образования и науки Российской Федерации. Научно-методический совет Безопасность жизнедеятельности; Учебно-методическое объединение вузов по университетскому политехническому образованию. Учебно-методический совет Техносферная безопасность; Новые технологии. - Москва: Новые технологии, 2001 - .	
2	Безопасность труда в промышленности : массовый научно-производственный журнал широкого профиля / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. - Москва: Пром. безопасность, 1932 - .	
3	Математическое моделирование : журнал / Российская академия наук; Институт математического моделирования. - Москва: Наука, 1989 - .	
4	Проблемы анализа риска : научно-практический журнал / Российская Федерация. Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Экспертный совет; Российское научное общество анализа риска; Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций; Бизнес Центр; Деловой экспресс. - Москва: Деловой экспресс, 2004- .	

5	Промышленность и безопасность : специализированный журнал / Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Западно-Уральское управление; Центр повышения квалификации кадров Пермь-нефть; Горизонт-Прикамье. - Пермь: Горизонт-Прикамье, 2009.	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Надежность в технике : сборник государственных стандартов. - Москва: Изд-во стандартов, 2002.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Горев В. А. Надежность технических систем и техногенный риск: учебно-методическое пособие к практич. работам для обучающихся по направл. подготовки 20.03.01 техносферная безопасность / В. А. Горев. - Москва: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2018.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks80627	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Кравцова М. В. Надежность технических систем и техногенный риск: учебно-методическое пособие / Кравцова М. В. - Тольятти: ТГУ, 2011.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-139928	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Надежность технических систем и техногенный риск: практикум / сост. Е. Р. Абдулина. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks92706	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / составители: С. А. Сазонова, С. А. Колодяжный, Е. А. Сушко. - Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks23110	локальная сеть; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Рахимова Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск: практикум / Н. Н. Рахимова. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks78793	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Чепегин И. В. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / И. В. Чепегин. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks94996	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Шубин Р. А. Анализ техногенного риска: учебное пособие / Р. А. Шубин. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/iprbooks63937	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Гуськов А. В. Надежность технических систем и техногенный риск: учеб. пособие / Гуськов А. В., Милевский К. Е. - Новосибирск: НГТУ, 2016.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-118090	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Долинов Д. Л. Основы теории надежности: конспект лекций / Д. Л. Долинов, А. Л. Долинов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2020.	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks252731	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Надёжность технических систем / Г. Б. Лялькина. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. - (Надёжность технических систем и техногенный риск: учебное пособие для вузов; Ч. 1).	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3239	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF

Вид ПО	Наименование ПО
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиапроектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления, интерактивная доска SmartBoard 690, система акустическая, стол преподавателя	1
Лекция	Парты, стулья, компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с выходом в Интернет	15
Практическое занятие	Мультимедиа комплекс в составе: мультимедиапроектор ViewSonic PG705HD потолочного крепления, интерактивная доска SmartBoard 690, система акустическая, стол преподавателя	1
Практическое занятие	Парты, стулья, компьютеры в комплекте (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с выходом в Интернет	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**
ГОРНО-НЕФТЯНОЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Приложение к рабочей программе дисциплины

«Надежность технических систем и техногенный риск»

Направление подготовки:	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность образовательной программы:	Безопасность технологических процессов и производств
Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Выпускающая кафедра:	Безопасность жизнедеятельности
Форма обучения:	Заочная

Настоящее приложение является неотъемлемой частью рабочей программы дисциплины (РПД) «Надежность технических систем и техногенный риск» и включает дополнения новых пунктов, связанные со спецификой заочной формы обучения, остальные пункты и таблицы РПД очной формы обучения применяются без изменений.

3. Объем и виды учебной работы

Дополнить таблицей 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы (заочная форма обучения)

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		Всего	Номер семестра
			7
1	Аудиторная (контактная работа)	12	12
	- лекции (Л)	4	4
	- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	6	6
	- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
2	Самостоятельная работа студентов (СРС)	123	123
3	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>экзамен</i>	9	9
4	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	144	144
	в зачетных единицах (ЗЕ)	4	4

4. Содержание дисциплины

Дополнить пунктом:

4.1. Домашняя контрольная работа (заочная форма обучения)

Содержание домашней контрольной работы, типовые теоретические вопросы контрольной работы и типовые индивидуальные комплексные задания домашней контрольной работы **приведены в разделе 2.2. Фонда оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»** (Приложение к рабочей программе дисциплины).

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

Дополнить абзацем:

Для подготовки домашней контрольной работы преподаватель на установочном лекционном занятии выдает студенту задание из представленного в разделе 2.2. ФОС дисциплины типового перечня.

Домашняя контрольная работа выполняется самостоятельно в соответствии с **«Методическими указаниями по освоению дисциплины и организации самостоятельной работы студентов»**.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Надежность технических систем и техногенный риск»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль) образовательной программы:	Безопасность технологических процессов и производств
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Выпускающая кафедра:	Безопасность жизнедеятельности
Форма обучения:	Заочная
Курс: 4	Семестр: 7
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	4 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144 ч.
Форма промежуточной аттестации:	
Экзамен:	7 семестр

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. Предусмотрены аудиторные установочные лекционные занятия и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, промежуточного / рубежного контроля при сдаче домашней контрольной работы, сообщений (докладов), компьютерного тестирования и выполнении заданий на практических занятиях, а также в форме промежуточной аттестации на экзамене. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		Промежуточная аттестация
	Текущий	Промежуточный / рубежный (межсессионный период)	Экзамен
Усвоенные знания			
3.1 Знать основные положения и методы теории надежности; номенклатуру отказов и закономерности их появления; качественные характеристики и числовые показатели надежности технических систем; методы оценки надежности и их применение в сфере техногенных рисков.	С, ТО	ДКР, ТПЗ	ТВ
3.2 Знать основные формулы и подходы к оценке надежности технических систем и их отдельных элементов.			

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		Промежуточная аттестация
	Текущий	Промежуточный / рубежный (межсессионный период)	Экзамен
Освоенные умения			
У.1 Уметь использовать основные методы расчета надежности технических систем и их применение при оценке техногенных рисков.		ДКР, Д, ЗПЗ	ПЗУ
У.2 Уметь использовать основные методы и формулы расчета надежности технических систем.			
Приобретенные владения			
В.1 Владеть навыками оценки показателей надежности отдельных элементов и простейших технических систем.		ДКР, Д, ЗПЗ	ПЗВ
В.2 Владеть навыками оценки показателей надежности технических систем.			

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ТПЗ – тестирование на практическом занятии; ДКР – домашняя контрольная работа; ЗПЗ – задание практического занятия; Д – доклад / сообщение на практическом занятии по индивидуальному домашнему комплексному заданию; ТВ – теоретический вопрос экзамена; ПЗУ – практическое задание оценки освоенных умений на экзамене; ПЗВ – практическое задание оценки приобретенных владений на экзамене.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и промежуточного / рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

В соответствии с «Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ» предусмотрены представленные ниже виды и периодичность текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится на аудиторных занятиях. Результаты по пятибалльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Промежуточный / рубежный контроль

Промежуточный / рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится в период лабораторно-экзаменационных сессий и межсессионный период, согласно графика учебного процесса, в форме одной рубежной домашней контрольной работы, состоящей из теоретических вопросов и индивидуального домашнего комплексного задания, а также практических занятий. Задание (теоретические вопросы и индивидуальное домашнее комплексное задание) по домашней контрольной работе выдается преподавателем на установочных лекционных занятиях.

2.2.1. Теоретические вопросы контрольной работы

Для оценки знаний после освоения студентами учебных модулей / разделов / тем дисциплины используются теоретические вопросы домашней контрольной работы (ДКР).

Студент должен изучить номенклатуру основных источников техногенных аварий и катастроф, их классификацию и статистику, а также причины аварийности на производстве. В основные задачи изучения теории входит знание методов анализа риска, методов прогнозирования аварий и катастроф, а также способов управления риском с целью аварийной подготовленности и снижения его опасности.

Контрольная работа должна содержать ответы на два теоретических вопроса и список использованной (цитируемой) литературы.

Номер варианта контрольной работы – последняя цифра номера зачетной книжки.

Страницы должны быть пронумерованы.

При изложении ответов на теоретические вопросы домашней контрольной работы рекомендуется опираться на ГОСТы и другие нормативные документы по проведению анализа и расчету риска опасных производственных объектов, а также в обязательном порядке использовать учебные пособия по техногенному риску и др. Рекомендуемые учебные пособия по техногенному риску широко представлены в сети Internet.

Основная задача студента при написании ответов на теоретические вопросы контрольной работы – изучить и изложить в контрольной работе основные подходы к определению понятия техногенного риска. Так как в настоящее время существуют различные подходы к определению понятия «техногенный риск», а также множество формул для его вычисления и статистических показателей для его оценки, то необходимо делать ссылки на источники, из которых взяты соответствующие сведения.

Например: «В учебном пособии В.Т. Алымова и др. [2] содержатся следующие оценки показателей риска: коэффициент частоты травматизма, коэффициент....., ...».

Коэффициент K частоты травматизма вычисляется по следующей формуле [2, гл. 3]:

$$K_{\text{част}} = \quad (4)$$

Формулы в контрольной работе необходимо нумеровать, чтобы в примерах расчетов с конкретными опытными данными, можно было на них ссылаться.

Список литературы необходимо оформлять в соответствии с требованиями ГОСТ.

Типовые теоретические вопросы ДКР:

1. Аварии и катастрофы. Идентификация опасностей. Причины аварийности на производстве.
2. Обзор подходов к определению техногенного риска. Вероятность рискованного события (аварии, катастрофы, чрезвычайной ситуации). Ущерб как составляющая риска. Математическое ожидание риска.
3. Вычисление риска и оценка его показателей на основании опытных данных. Понятие приемлемого риска.
4. Анализ техногенного риска, его основные этапы, цели и задачи.
5. Методы анализа техногенного риска. Системный подход к анализу техногенного риска. Методы прогнозирования рисков.
6. Последствия отказов технических объектов. Деревья отказов при анализе риска аварий и катастроф. Примеры.
7. Последствия отказов технических объектов в системах «человек- техника». Профессиональная и функциональная готовность операторов. Оценки готовности операторов технических систем.
8. Примеры оценки риска в системах «человек – оператор» с учетом возможных отказов техники и коэффициентов готовности операторов.
9. Управление риском. Система обеспечения безопасности в техносфере.
10. Прогнозирование риска техногенных аварий и катастроф. Идентификация опасностей при аварии.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов знаний по теоретическим вопросам домашней контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Индивидуальное домашнее комплексное задание

Для оценивания освоенных умений и владений как результата обучения по дисциплине в рамках домашней контрольной работы используется индивидуальное домашнее комплексное задание студенту.

Индивидуальные домашние комплексные задания согласовываются с преподавателем и рассматривают вероятные аварии и чрезвычайные ситуации на базовом предприятии (объекте) экономики. В этом вопросе ставятся задачи оценки техногенного риска этих аварий и ЧС на объекте, а также надежности технических систем, отказ которых может привести к аварии или катастрофе.

При выполнении индивидуального домашнего комплексного задания студент должен продемонстрировать умения и владения по следующим направлениям:

- определить какое опасное событие может произойти (идентификация опасности);
- рассчитать вероятность этого события (определение частоты);
- определить последствия опасного события (провести анализ последствий).

Необходимо построить «дерево событий» или «дерево отказов». Рассчитав один из показателей надежности объекта или технической системы (например, вероятность безотказной работы) показать его влияние на положительный (функционирование объекта в штатном режиме, отсутствие отказа) или отрицательный исход (отказ, авария, ЧС). За счет повышения надежности (резервирование, блокировки, увеличение прочности и др.) показать влияние этого повышения на вероятность того или иного исхода.

Примеры расчетов имеются в рекомендованных учебных пособиях.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального домашнего комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Практические занятия

Всего запланировано три практических занятия, на которых студенты в форме практического семинарского занятия делают доклады / сообщения по теме индивидуального домашнего комплексного задания, проходят компьютерное тестирование и выполняют задания практических занятий.

Доклад / сообщение на практических занятиях проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Компьютерное тестирование по учебному модулю 1: «Надежность технических систем» проводится индивидуально каждым студентом.

Типовые задания компьютерного тестирования:

1. НАДЕЖНОСТЬ И ЕЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
1.1	Надежность - это	- свойство технического объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и определенных условиях эксплуатации, ремонтов, хранения и транспортировки	1
1.2	Долговечность – это	- свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта	2
1.3	Сохраняемость - это	- свойство объекта сохранять в установленных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции в течение, а также после хранения и (или) транспортировки	3
1.4	Безотказность - это	- свойство объекта сохранять работоспособность в течение некоторого времени или наработки	4
1.5	Ремонтопригодность – это	- приспособленность объекта к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта	5
1.6	Восстанавливаемость – это	- приспособленность объекта к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта при условии достаточной квалификации и готовности обслуживающего персонала, а также наличия необходимых запасных частей и контрольно-измерительной аппаратуры	6

2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ

№	ВОПРОС	ОТВЕТ №	№
2.1	Производственные факторы включают	параметры технологических процессов и контроль качества комплектующих изделий	1
2.2	Конструктивные факторы включают	выбор элементов и схем создаваемых систем	2
2.3	Эксплуатационные факторы включают в себя	климатические факторы, агрессивные факторы среды	3

3. ОТКАЗ, КРИТЕРИИ ОТКАЗОВ

	ВОПРОС	ОТВЕТ №	
3.1	Отказ – это	- состояние объекта, связанное с нарушением его работоспособного состояния	1
3.2	Критерий отказа – это	- признак или совокупность признаков неработоспособного состояния объекта, установленных в нормативно-технической и (или) конструкторской документации	2
3.3	Предельное состояние – это	- состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна	3
3.4	Неисправное состояние объекта – это	- это состояние, при котором объект соответствует не всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации	4
3.5	Неработоспособное состояние объекта – это	- состояние, при котором значение хотя бы одного из параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и конструкторской документации	5

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Выполнение заданий практических занятий проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов.

Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита выполнения заданий практических занятий (ЗПЗ) проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного / рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и промежуточного / рубежного контроля.

Промежуточная аттестация в виде экзамена по дисциплине проводится с проведением аттестационного испытания устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания для проверки освоенных умений (ПЗУ) и практические задания для контроля уровня приобретенных владений (ПЗВ) всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных дисциплинарных компетенций.

Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Значимость и актуальность теории надежности. Основные понятия теории надежности: объект и элемент, отказ и безотказность. Причины и виды отказов. Распределение длительности безотказной работы.
2. Проблемы надежности работы человека в системе «человек – машина». Типы ошибок и показатели надежности оператора, их опытная оценка.
3. Понятие надежности. Надежность и эффективность. Основные компоненты надежности технического объекта и их числовые характеристики.
4. Безотказность и ее показатели: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя и гамма- процентная наработки до отказа, наработка на отказ.
5. Долговечность и ее показатели: средний и гамма- процентный ресурсы, назначенный ресурс, средний, назначенный и гамма- процентный сроки службы.
6. Ремонтпригодность и ее показатели: вероятность восстановления в заданное время, среднее время восстановления, интенсивность восстановления.
7. Сохраняемость и ее оценка: средний и гамма - процентный сроки сохраняемости.
8. Понятие надежности систем. Основные характеристики надежности элемента и их оценки.
9. Надежность элемента, работающего до первого отказа. Функция надежности и эмпирическая функция надежности элемента.
10. Надежность восстанавливаемого элемента и ее характеристики. Восстанавливаемые элементы с мгновенным временем восстановления.
11. Восстанавливаемые элементы с конечным временем восстановления. Остаточное время жизни элемента и его среднее значение. Коэффициент готовности.
12. Основные этапы работы, их характерные особенности.
13. Нормальный и показательный (экспоненциальный) законы в теории надежности, их плотности распределения. Усеченный нормальный закон.
14. Потoki отказов. Простейший поток событий, его интенсивность и закон распределения. Теоретическая и статистическая оценки интенсивности отказов.
15. Надежность и эффективность. Факторы надежности объектов. Надежность как комплексное свойство технического объекта, ее основные компоненты. Классификация методов расчета систем на надежность.
16. Структурная схема расчета надежности. Примеры.
17. Характеристики надежности элемента (вероятность безотказной работы, среднее время безотказной работы и интенсивность отказов), их оценки. Оценка надежности элемента, работающего до первого отказа.
18. Восстанавливаемые элементы с мгновенным временем восстановления. Надежность восстанавливаемого элемента и ее показатели: число отказов; функция восстановления; остаточное время жизни. Примеры.

19. Восстанавливаемые элементы с конечным временем восстановления, коэффициент готовности. Примеры.
20. Понятие стареющих элементов и их характеристики: оценка вероятности безотказной работы; интенсивность отказов. Основные этапы работы стареющих элементов (приработка, этап нормальной работы, старение).
21. Экспоненциальный (показательный) закон надежности для распределения времени жизни стареющего элемента, проверка условий его выполнения.
22. Надежность системы. Потоки отказов и восстановлений в системе. Факторы, влияющие на надежность систем: производственные, эксплуатационные, климатические и другие.
23. Случайные процессы в теории надежности. Стационарные случайные процессы, их корреляционные функции.
24. Марковские случайные процессы в теории надежности: марковское свойство, вероятности перехода системы из одного состояния в другое в марковских процессах.
25. Классификация методов расчета надежности систем: нормирование надежности, ориентировочный и полный расчет надежности.
26. Надежность системы с независимыми элементами, работающей до первого отказа.
27. Надежность невосстанавливаемой системы. Расчет надежности: а) системы при основном соединении элементов (с последовательно соединенными элементами); б) системы из двух параллельных элементов.
28. Надежность восстанавливаемой системы. Проблемы оценки надежности восстанавливаемых систем общего вида. Понятие функции готовности.
29. Функция готовности: расчет надежности восстанавливаемой системы с учетом глубины контроля для случая простейшего потока отказов с экспоненциальным временем восстановления.
30. Резервирование как метод повышения надежности систем. Методы резервирования, их классификация.
31. Общее и раздельное резервирование. Критерии качества резервирования. Примеры.
32. Сложные системы. Примеры. Основные подходы к моделированию надежности сложных систем.
33. Надежность сложных систем. Построение структурных схем расчета надежности. Построение алгоритмов расчета надежности отдельных элементов и системы в целом в согласии со структурной схемой. Примеры.
34. Надежность системы «человек – машина» (СЧМ). Примеры СЧМ. Понятие о надежности работы оператора при взаимодействии с технической системой. Статистика и классификация ошибок оператора в СЧМ.
35. Показатели надежности оператора в системе «человек-машина»: безотказность, безошибочность, своевременность, быстроедействие, коэффициент готовности, восстанавливаемость.
36. Основные задачи практической теории надежности. Пути, методы и приемы повышения надежности.

Типовые практические задания для контроля освоенных умений (ПЗУ):

1. Произвести оценку ошибок и показателей надежности оператора.
2. Оценить влияния профилактики на надежность технических систем.
3. Оценить влияния временного резервирования на надежность технических систем.
4. Оценить надежность элемента, работающего до первого отказа.
5. Оценить надежность восстанавливаемого элемента и его показателей.
6. Рассчитать показатели надежности нерезервированных невосстанавливаемых систем.
7. Рассчитать показатели надежности резервированных невосстанавливаемых систем.
8. Рассчитать показатели надежности нерезервированных восстанавливаемых систем.
9. Рассчитать показатели надежности резервированных восстанавливаемых систем.
10. Провести анализ надежности системы сложной структуры.
11. Построить структурную схему расчета надежности.
12. Построить алгоритм расчета надежности отдельных элементов и системы в целом в согласии со структурной схемой.

Типовые практические задания для контроля приобретенных владений (ПЗВ):

Задание № 1.

Задание. Внимательно прочитайте текст предложенного задания и ответьте на вопросы.

Дана информация о вероятных авариях и чрезвычайных ситуациях на базовом предприятии (объекте) экономики. Проанализируйте представленную информацию, и на основе этого решите следующие задачи:

- *постройте «дерево событий» или «дерево отказов»;*
- *рассчитайте один из показателей надежности объекта или технической системы (например, вероятность безотказной работы);*
- *дайте рекомендации по повышению надежности (резервирование, блокировки, увеличение прочности и др.) технического объекта или системы и покажите влияние этого повышения на вероятность того или иного исхода.*

Полный перечень теоретических вопросов и индивидуальных комплексных заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене по дисциплине считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и промежуточного / рубежного контроля в виде интегральной оценки по пятибалльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.