Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35e9d50310dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»
Новокузнецкий институт (филиал)
Факультет физической культуры, естествознания и природопользования

«УТВЕРЖДАЮ»
Декан ФФКЕП
В.А. Рябов
«08» апреля 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.Б.25Надежность технических систем и техногенный риск

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) подготовки
Безопасность технологических процессов и производств

Программа академического бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная, заочная

Год набора 2020

Новокузнецк 2020

Лист внесения изменений

в РПД Б1.Б.25 Надежность технических систем и техногенный риск

Сведения об утверждении:

утверждена Ученым советом факультета физической культуры, естествознания и природопользования (протокол Ученого совета факультета № 6а от 12.03.2020)

для ОПОП 2020 год набора на 2020 / 2021 учебный год

понаправлению подготовки 20.03.01Техносферная безопасность

направленность (профиль) Безопасность технологических процессов и производств

Одобрена на заседании методической комиссии факультета физической культуры, естествознания и природопользования

протокол методической комиссии факультета № 5 от 27.02.2020)

Одобрена на заседании обеспечивающей кафедры математики, физики и математического моделирования

протокол № 6 от 17.01.2020 г. Решетникова/ Е.В. /

Оглавление

1 Цель дисциплины. 4
1.1 Формируемые компетенции 4
1.2 Дескрипторные характеристики компетенций 4
2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации. 5
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. 6
3.1 Учебно-тематический план 6
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы 6
4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. 9
5 Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. 10
5.1 Учебная литература 10
5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины. 11
5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы. 11
6 Иные сведения и (или) материалы. 12
6.1. Темы письменных учебных работ 12
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации 12

1 Цель дисциплины.

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы академического бакалавриата (далее - ОПОП):ОПК-1; ПК-3; ПК-4.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблица 1.

1.1 Формируемые компетенции

Таблица 1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
общепрофессиональная		ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности
профессиональная	проектно-конструкторская	ПК-3способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники
профессиональная	проектно-конструкторская	ПК-4способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности

1.2 Дескрипторные характеристики компетенций

Таблица 2 – Дескрипторные характеристики компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ОПК-1 способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	**Знать**: -основные принципы анализа и моделирования надёжности технических систем. **Уметь**: -моделировать процессы формирования и предотвращения аварий и катастроф. **Владеть**: -методами анализа и обоснования приемлемых решений на основе современных тенденций развития защитной техники и технологий	Б1.Б.12 Информатика Б1.Б.13 Физика Б1.Б.19 Детали машин и основы конструирования Б1.Б.22 Электроника и электротехника Б1.Б.23 Метрология, стандартизация и сертификация Б1.Б.25 Надежность технических систем и техногенный риск Б1.В.01 Системы автоматизированного проектирования средств обеспечения безопасности Б1.В.02 Типовые промышленные технологии Б1.В.14 Управление процессами горения и взрыва на производстве Б1.В.ДВ.08.01 Техногенные системы и экологический риск Б1.В.ДВ.08.02 Математическое моделирование технологических процессов Б2.В.02(П) Производственная практика. Технологическая практика Б2.В.05(Пд) Производственная практика. Преддипломная практика Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
		процедуру защиты
ПК-3способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники	**Знать:** -основы технологических рисков; -меры по обеспечению безопасности технических устройств. **Уметь:** -выполнять простейшие конструкторские разработки систем защиты человека и среды обитания. **Владеть:** -способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.	Б1.Б.24 Медико-биологические основы безопасности Б1.Б.25 Надежность технических систем и техногенный риск Б1.В.12 Управление рисками и профилактика в области техносферной безопасности Б1.В.ДВ.05.01 Моделирование опасных факторов пожара в технических системах Б1.В.ДВ.05.02 Моделирование последствий техногенных аварий Б1.В.ДВ.07.01 Система управления профессиональными рисками Б1.В.ДВ.07.02 Управление промышленной безопасностью Б2.В.02(П) Производственная практика. Технологическая практика Б2.В.05(Пд) Производственная практика. Преддипломная практика Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты
ПК-4способностью использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	**Знать:** -основы теории надёжности и работоспособности технологического оборудования; -методы расчётов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надёжности. **Уметь:** -проводить расчёты элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надёжности. **Владеть:** -навыками оценки элементов технологического оборудования по критериям надёжности и работоспособности.	Б1.Б.19 Детали машин и основы конструирования Б1.Б.25 Надежность технических систем и техногенный риск Б1.В.ДВ.08.01 Техногенные системы и экологический риск Б1.В.ДВ.08.02 Математическое моделирование технологических процессов Б2.В.02(П) Производственная практика. Технологическая практика Б2.В.05(Пд) Производственная практика. Преддипломная практика Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

2 Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 3 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения		
	ОФО	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	180		180
2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	84		14
Аудиторная работа (всего):	84		14
в том числе:			

лекции	36		6
практические занятия, семинары	30		4
лабораторные работы	18		4
в интерактивной форме	15		2
в электронной форме			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	60		157
4 Промежуточная аттестация обучающегося –экзамен и объём часов, выделенный на промежуточную аттестацию:	36		9

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1 Учебно-тематический план

Таблица 4 - Учебно-тематический план

очная форма обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
1-5	Проблемы теории надежности. Основные понятия.	38	10	8	4	16	Индивидуальные задания
6-9	Математические основы теории надежности	34	8	8	4	14	Индивидуальные задания
10-13	Надежность технических систем	40	10	8	8	14	Индивидуальные задания
14-17	Понятие риска и проблемы устойчивого развития общества	32	8	6	2	16	Индивидуальные задания
	Промежуточная аттестация	36					Экзамен
ИТОГО		180	36	30	18	60	

заочная форма обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.)				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторн. занятия			СРС	
			лекц.	лаб.	практ.		
1-5	Проблемы теории надежности. Основные понятия.	43	1	1	1	40	Индивидуальные задания
6-9	Математические основы теории надежности	43	2	1	1	39	Индивидуальные задания
10-13	Надежность технических систем	43	2	1	1	39	Индивидуальные задания
14-17	Понятие риска и проблемы устойчивого развития общества	42	1	1	1	39	Индивидуальные задания
	Промежуточная аттестация	9					Экзамен
ИТОГО		180	6	4	4	157	

3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
Содержание лекционного курса		
1	Проблемы теории надежности. Основные понятия.	
1.1	Введение	Техника изделия. Исследование как процесс обоснования решений. Экспериментирование и моделирование как

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		основной способ получения информации для обоснования решений.
1.2.	Основные положения. Типовые задачи исследования надежности	Признаки классификаций изделий. Основные рассматриваемые классы изделий. Признаки классификации систем. Особенности эффективности и надежности сложных технических систем. Типовые мероприятия по обеспечению надежности. Комплексный подход к управлению надежностью машин.
1.3.	Основные понятия и определения надежности	Надежность и ее составляющие. Состояния технического объекта. Дефекты, повреждения, отказы. Временные понятия. Техническое обслуживание и ремонт. Резервирование. Нормирование надежности и обеспечение, определение и контроль надежности.
1.4.	Испытания на надежность. Показатели надежности	Безотказность. Долговечность. Сохраняемость. Ремонтопригодность. Комплексные показатели надежности.
2	Математические основы теории надежности	
2.1.	Случайные события. Случайные величины и функции распределения.	Характеристики случайных событий. Вероятность события. Законы распределения дискретных случайных величин. Законы распределения непрерывных случайных величин. Предельные теоремы теории вероятностей
2.2.	Статистический аппарат оценки надежности	Основные понятия. Первичная обработка экспериментального материала. Предварительный выбор вида вероятностного распределения. Анализ однородности исходного статистическогоматериала. Оценка параметров распределения. Проверка согласия экспериментального и теоретического распределений. Потоки событий, их свойства и классификация.
2.3.	Математические модели теории надежности	Экспоненциальная модель. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Нормальное распределение. Пуассоновский поток. Структурная модель надежности систем. Блок схема. Деревья отказов. Деревья событий.
2.4.	Вероятностные модели в расчетах систем и конструкций	Модели нагрузка-сопротивление. Квазистатические модели. Модели кумулятивного типа. Модели марковского типа. Модели пуассоновского типа.
3	Надежность технических систем	
3.1.	Методы расчета структурной надежности систем	Система с последовательным соединением элементов Системы с параллельным соединением элементов. Мажоритарные системы. Мостиковые системы. Комбинированные системы. Многофункциональные системы. Методы повышения структурной надежности систем.
3.2.	Надежность систем с резервированием	Нагруженное резервирование. Ненагруженное резервирование. Облегченное резервирование. Скользящее резервирование.
3.3.	Надежность технических систем на стадии проектирования	Задание требований и выбор номенклатуры показателей надежности. Методы распределения норм надежности. Показатели надежности элемента. Расчет проектной надежности систем. Расчетные зависимости вероятности безотказной работы механических узлов по заданным критериям. Надежность изделий на этапе разработки при выборе запасных частей. Расчет количественного состава запасных частей. Принципы конструирования, обеспечивающие создание надежных систем.
3.4.	Исследование надежности изделий этапе экспериментальной отработки	Цели и виды испытаний. Организация и последовательность создания сложных систем. Программа экспериментальной отработки. Контроль уровня оценки выполнения программы экспериментальной отработки. Исследовательские испытания

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
		опытных образцов. Планирование исследовательских и контрольных испытаний методом фиксированного контроля. Планирование испытаний.
4	Понятие риска и проблемы устойчивого развития общества	
4.1.	Математическое определение риска.	Классификация рисков Общая характеристика риска. Индивидуальный и коллективный риски. Потенциальный территориальный и социальный риски. Экологический риск.
4.2.	Структура техногенного риска.	Проблемы техногенной безопасности. Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов и технологий. Природно-техногенные риски. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах. Общая структура анализа техногенного риска.
4.3.	Методы анализа техногенного риска	Планирование и организация работ. Идентификация опасностей. Характеристика методов риска. Разработка рекомендаций по уменьшению риска. Методы проведения анализа риска. Требования к оформлению результатов анализа риска.
Содержание практических занятий		
1.	Проблемы теории надежности. Основные понятия.	
1.1	Введение	Определение количественных характеристик надежности по статистическим данным об отказах изделия.
1.2	Основные положения. Типовые задачи исследования надежности	Аналитическое определение количественных характеристик надёжности изделия
1.3	Основные понятия и определения надежности	Определение надежности системы с последовательным соединением элементов
1.4	Испытания на надежность. Показатели надежности	Расчет надежности системы с постоянным резервированием
2	Математические основы теории надежности	
2.1	Случайные события. Случайные величины и функции распределения.	Оценка риска возникновения чрезвычайных ситуаций, вредных и нежелательных явлений
2.2	Статистический аппарат оценки надежности	Прогнозирование интенсивности отказов технической системы
2.3	Математические модели теории надежности	Анализ надежности системы с помощью методики «Дерево неисправностей»
2.4	Вероятностные модели в расчетах систем и конструкций	Анализ надежности системы с помощью методики «Дерево событий»
3	Надежность технических систем	
3.1	Методы расчета структурной надежности систем	Анализ надежности системы с помощью методики «Анализ видов и последствий отказов»
3.2	Надежность систем с резервированием	Анализ надежности и техногенного риска технологических процессов с помощью методики «Анализ надежности человеческого фактора»
3.3	Надежность технических систем на стадии проектирования	Анализ надежности и техногенного риска технологических процессов с помощью методики «пять почему»
3.4	Исследование надежности изделий этапе экспериментальной отработки	Анализ надежности с помощью диаграмм

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
4	Понятие риска и проблемы устойчивого развития общества	
4.1.	Математическое определение риска.	Определение количественной оценки техногенного риска
4.2.	Структура техногенного риска.	Логико-графический метод анализа надежности и риска
4.3.	Методы анализа техногенного риска	Оценка риска промышленных предприятий
Содержание лабораторных занятий		
1.	Проблемы теории надежности. Основные понятия.	
1.1	Основные положения. Типовые задачи исследования надежности	Исследование надежности технических систем с помощью элементов теории вероятностей
1.2	Основные понятия и определения надежности	Построение и расчет структурных схем надежности сложных систем
2	Математические основы теории надежности	
2.1	Математические модели теории надежности	Исследование применения законов распределения отказов
2.2	Вероятностные модели в расчетах систем и конструкций	Анализ показателей безопасности системы «человек-машина-среда»
3	Надежность технических систем	
3.1	Методы расчета структурной надежности систем	Расчет характеристик изделий восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических систем
3.2	Надежность систем с резервированием	Оценка и контроль надежности технических устройств
3.3	Надежность технических систем на стадии проектирования	Расчет количественных показателей надежности восстанавливаемых объектов
3.4		Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с постоянными во времени интенсивностями отказов элементов
4	Понятие риска и проблемы устойчивого развития общества	
4.1	Методы анализа техногенного риска	Определение оценки техногенного риска
	Промежуточная аттестация –экзамен	

4 Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам(БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы
Семестр 2				
Текущая учебная работа в семестре (Посещение	**60**	Индивидуальные задания (отчет о выполнении	**За одно индивидуальное задание от 5 до:** **5 баллов** (выполнено 51 - 65% заданий)	30- 54

занятий по расписанию и выполнение заданий)		индивидуального задания) (6 работ)	**7 балла** (выполнено 66 - 85% заданий) **9 баллов** (выполнено 86 - 100% заданий)	
		Работа на практическом занятии (17 занятий)	**За одно занятие от 0,5 до 1:** **0,5 баллов** (выполнено 51 - 65% заданий) **0,7 балла** (выполнено 66 - 85% заданий) **1 балл** (выполнено 86 - 100% заданий)	8,5-17
		Работа на лабораторном занятии (9 занятий)	**За одно занятие от 0,5 до 1:** **0,5 баллов** (выполнено 51 - 65% заданий) **0,7 балла** (выполнено 66 - 85% заданий) **1 балл** (выполнено 86 - 100% заданий)	4,5-9
Итого по текущей работе в семестре				43 - 80
Промежуточная аттестация (экзамен)	40	Теоретический вопрос	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5-10
		Теоретический вопрос	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи 1.	**5 балла** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5-10
		Решение задачи 2.	**5 баллов** (пороговое значение) **10 баллов** (максимальное значение)	5-10
Итого по промежуточной аттестации в семестре (экзамену)				20 – 40 б.
Суммарная оценка по дисциплине в семестре: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 б.				

5Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

5.1 Учебная литература

Основная учебная литература

1. Гуськов, А. В. Надежность технических систем и техногенный риск / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новосибирск :НГТУ, 2012. - 427 с.: ISBN. - URL: https://znanium.com/catalog/product/558704. – Текст : электронный.

2. Кравцова, М. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебно-методическое пособие / М. В. Кравцова. — Тольятти : ТГУ, 2011. — 236 с. — Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/139928. — Текст : электронный.

Дополнительная учебная литература

1. Резникова, И. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебно-методическое пособие / И. В. Резникова. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 165 с. — ISBN 978-5-8259-1224-0. - Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/139930. — — Текст : электронный.

2. Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / Н. Н. Рахимова. — Оренбург : ОГУ, 2017. — 277 с. — ISBN 978-5-7410-1959-7. — Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110628. — Текст : электронный.

5.2 Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

501 Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий (мультимедийная): - лекционного типа, - занятий семинарского (практического) типа, - занятий лабораторного типа; - для групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации/ **Специализированная (учебная) мебель:** доска меловая, кафедра, столы компьютерные, стулья **Оборудование для презентации учебного материала:** компьютер преподавателя, экран, проектор; **Оборудование:** 17 компьютеров **Используемое программное обеспечение:** MS Windows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), MathCad (Лицензия №9А1487712), Microsoft SQL Server 2008 (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), **Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС**	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Металлургов, д. 19

106 Помещение для самостоятельной работы обучающихся. Специализированная (учебная) мебель: столы, стулья, доска меловая. Оборудование: стационарное - компьютеры (4 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654041, Кемеровская область - Кузбасс, Новокузнецкий городской округ, г. Новокузнецк, ул. Кузнецова, д. 6

5.3 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Информационная система «Общероссийский математический портал»,режим доступа :http://www.mathnet.ru/
2. Информационная система«Экспонента» - центр инженерных технологий и моделирования,режим доступа :http://www.exponenta.ru
3. База данных Science Direct (более 1500 журналов издательства Elsevier, среди них издания по математике и информатике),режим доступа :https://www.sciencedirect.com
4. Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам» http://window.edu.ru/catalog/
5. Базы данных и аналитические публикации на портале «Университетская информационная система Россия», режим доступа: https://uisrussia.msu.ru/

6 Иные сведения и (или) материалы.

6.1. Темы письменных учебных работ

Таблица 8 - Темы письменных учебных работ

Раздел	Темы	Письменные работы
Проблемы теории надежности. Основные понятия.	Исследование надежности технических систем с помощью элементов теории вероятностей	Отчет по индивидуальному заданию №1
	Построение и расчет структурных схем надежности сложных систем	Отчет по индивидуальному заданию №2
Математические основы теории надежности	Исследование применения законов распределения отказов	Отчет по индивидуальному заданию №3
	Анализ показателей безопасности системы «человек-машина-среда»	Отчет по индивидуальному заданию №4
Надежность технических систем	Расчет характеристик изделий восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических систем	Отчет по индивидуальному заданию №5
	Оценка и контроль надежности технических устройств	Отчет по индивидуальному заданию №6
	Расчет количественных показателей надежности восстанавливаемых объектов	Отчет по индивидуальному заданию №7
	Расчет показателей надежности невосстанавливаемой системы с постоянными во времени интенсивностями отказов элементов	Отчет по индивидуальному заданию №8
Методы анализа техногенного риска	Определение оценки техногенного риска	Отчет по индивидуальному заданию №9

6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации

Раздел 1. Проблемы теории надежности. Основные понятия.

Тема 1.1 Введение

Примерные теоретические вопросы

1. Что понимают под термином «техника»?
2. Что понимают под термином «изделие»?
3. Что такое комплекс (комплект)?
4. Раскройте термин «система».
5. Что понимают под элементом системы?
6. Что обозначает термин «исследование»?
7. Какими свойствами обладает система?
8. Что такое эффективность?
9. Что такое стратегия?

Примерные практические задания

1. На испытание было поставлено 1000 однотипных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп, а за интервал 3000...4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить вероятность безотказной работы и вероятность отказа за 3000 и 4000 ч работы. Вычислить плотность и интенсивность отказов электронных ламп в промежутке времени 3000...4000 ч.

Тема 1.2. Основные положения. Типовые задачи исследования надежности

Примерные теоретические вопросы

1. Каковы причины проблемы надежности?
2. Что является целью классификации изделий?
3. По каким признакам классифицируют изделия?
4. Какие существуют классы изделий?
5. По каким признакам классифицируют системы?
6. Приведите примеры некоторых классов систем.
7. С какой целью проводят системные исследования?
8. Как классифицируются по области действия факторы влияющие на надежность?
9. Расскажите о конструктивных факторах, определяющих надежность систем.
10. Какие технологические факторы обеспечивают надежность систем?
11. Дайте классификацию эксплуатационных факторов, влияющих на надежность объектов.
12. Назовите несколько видов предупредительных мероприятий.
13. Назовите несколько видов контрольных мероприятий.
14. Назовите несколько видов защитных мероприятий.
15. Что такое жизненный цикл машины?
16. Какие стадии входят в жизненный цикл?

Примерные практические задания

1. В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой радиолокационной станции. За весь период наблюдения было зарегистрировано 30 отказов. До начала наблюдения станция проработала 358 ч, к концу наблюдения наработка станции составила 1433 ч. Требуется определить среднюю наработку на отказ.

Тема 1.3. Основные понятия и определения надежности

Примерные теоретические вопросы

1. Дайте определение понятию «надёжность технического объекта».
2. Из каких составляющих состоит свойство «надёжность технического объекта»?
3. Что такое безотказность и долговечность объекта?
4. В чем заключается свойство «ремонтопригодность»?
5. Что такое сохраняемость объекта?
6. Что такое безопасность объекта?
7. Что понимают под термином «живучесть»?
8. Что такое исправное/неисправное состояние объекта?
9. Что называют работоспособным/неработоспособным состоянием объекта?
10. Что называют предельным состоянием объекта н что является его критерием?
11. Что такое отказ, полный отказ, частичный отказ?
12. Чем отказ отличается от повреждения?
13. Что является критерием отказа, причиной и последствиями отказа?
14. Что такое ресурсный отказ, независимый/зависимый отказ?
15. Что такое явный отказ, скрытый отказ?
16. Что является важнейшим признаком классификации отказов?
17. Что такое катастрофический отказ, не катастрофический отказ?
18. Чем отличаются друг от друга внезапный и постепенный отказы?
19. Что такое сбой и что является его отличительным признаком?
20. Что такое перемежающийся отказ?
21. Что такое конструктивный отказ, производственный отказ, эксплуатационный отказ?
22. Что такое дефект объекта?
23. Чем отличается дерево отказов от дерева событий?
24. Раскройте понятие «наработка».
25. Что такое наработка до отказа и наработка между отказами?
26. Что такое ресурс и срок службы?

27. Что такое время восстановления и срок сохраняемости объекта?
28. Что такое остаточный ресурс и назначенный ресурс?
29. Что такое назначенный срок службы и назначенный срок хранения?
30. Что понимают под техническим обслуживанием?
31. Что такое восстановление, ремонт?
32. Что понимают под обслуживаемым/необслуживаемым объектом?
33. Что понимают под восстанавливаемым/невосстанавливаемым объектом?
34. Что понимают под ремонтируемым/неремонтируемым объектом?
35. Дайте определение понятиям «резервирование», «резерв».
36. Что такое основной элемент, резервируемый элемент, резервный элемент?
37. Что такое кратность резерва и дублирование?
38. Что такое нагруженный резерв, облегченный резерв, ненагруженный резерв?
39. Что понимают под общим резервированием, раздельным резервированием?
40. Что понимают под постоянным резервированием, резервированием замещением, скользящим резервированием?
41. Что такое резервирование с восстановлением, резервирование без восстановления?
42. Что понимают под нормированием надежности и что такое нормируемый показатель надежности?
43. Какие существуют методы определения надежности?

Примерные практические задания

1. За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 6 отказов. Время восстановления составило:

t1 = 12 мин, t2- 23 мин, t3 = 15 мин,

t4 = 9 мин, t5 = 17 мин, t6 = 28 мин.

Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

Тема 1.4. Испытания на надежность. Показатели надежности

Примерные теоретические вопросы

1. Что понимают под испытанием па надежность, что такое план испытаний на надёжность?
2. Какие существуют виды испытаний на надёжность?
3. Что называют показателями надёжности?
4. Назовите показатели безотказности объектов.
5. Дайте определение вероятности безотказной работы.
6. Перечислите критерии долговечности.
7. Объясните разницу между единичными и комплексными показателями надежности объектов.
8. Что такое коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности?
9. Что такое коэффициент технического использования и что он характеризует?
10. Что такое коэффициент планируемого применения?
11. Что такое коэффициент сохранения эффективности и что он характеризует?

Примерные практические задания

2. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda = 2{,}5 \cdot 10\text{-}5$ 1/час. Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента: p(t) — вероятность безотказной работы изделия на интервале времени от 0 до t; q{t) — вероятность отказа изделия на интервале времени от 0 до t; f(t) — частота отказов изделия или плотность вероятности времени безотказной работы T; mt — среднее время безотказной работы изделия для t = 1000 час.

3.

Раздел 2. Математические основы теории надежности

Тема 2.1. Случайные события. Случайные величины и функции распределения.

Примерные теоретические вопросы

1. Что называют случайным событием?
2. Что называют достоверным событием, невозможным событием?
3. Что понимают под совместными (несовместными) событиями?
4. Что понимают под зависимыми (независимыми) событиями?
5. Что называют полной группой событий?
6. Что называют суммой событии произведением событий?
7. Что такое вероятность события?
8. Что называют случайной (стохастической) величиной, детерминированной величиной?
9. Что такое дискретная случайная величина, непрерывная случайная величина, смешанная случайная величина?
10. Что характеризует биномиальное распределение дискретной случайной величины?
11. Что описывает распределение Пуассона?
12. Что описывает распределение Паскаля, геометрическое распределение?
13. Для чего используется гипергеометрическое распределение?
14. Что характеризует равномерное распределение непрерывной случайной величины?
15. Что характеризует экспоненциальное (показательное) распределение?
16. Что описывает нормальное распределение (распределение Гаусса)?
17. Что описывает распределение Вейбулла, гамма-распределение?
18. Какие вы знаете характеристики случайных величин?
19. Перечислите основные теоремы теории вероятности.

Примерные практические задания

1. Проводилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру аппаратуры 5 отказов, по второму и третьему 10 и 4 отказов соответственно. Наработка первого экземпляра составила 160 ч, второго - 304 ч и третьего -121ч. Требуется определить наработку аппаратуры на отказ.

Тема 2.2 Статистический аппарат оценки надежности

Примерные теоретические вопросы

1. Что такое статистическая устойчивость?
2. Что понимают под реализацией случайного события, реализацией случайной ветчины?
3. Что такое генеральная совокупность?
4. Что такое случайная выборка, репрезентативная (представительная) выборка?
5. В чем заключается первичная обработка экспериментального материала?
6. Перечислите известные вам моменты случайных величин.
7. Какие выборки называют однородными?
8. Что такое состоятельная, эффективная, достаточная оценка?
9. Какие существуют методы получения оценок?
10. Что называют простой марковской цепью'?
11. Что такое поток событии?
12. Какимисвойствами обладает поток событий и что они означают?
13. Дайте определение понятию «простейший (или стационарный пуассоновский) поток»?
14. Что такое поток Пальма?
15. В чем заключается физический смысл интенсивности потока событий?

Примерные практические задания

1. Система состоит из трех блоков, среднее время безотказной работы которых равно m_{t1} = 130 час; m_{t2} = 310 час; m_{t3} = 660 час Для блоков справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется определить среднее время безотказной работы системы.

Тема 2.3. Математические модели теории надежности

Примерные теоретические вопросы

1. Что такое математическая модель, математическое моделирование?
2. Что описывает экспоненциальная модель?
3. Что описывает распределение Вейбулла?
4. Для чего используют гамма-распределение?
5. Что описывает нормальное распределение?
6. Что описывает пуассоновский поток!
7. Что называется системой с последовательным соединением элементов!
8. Что называется системой с параллельным соединением элементов?
9. Что является целью построения дерева отказов?
10. Что позволяет определить дерево событий?

Примерные практические задания

1. Построить дерево отказов для аварии генератора.
2. Построить дерево событий для взрыва пыли.

Тема 2.4. Вероятностные модели в расчетах систем и конструкций

Примерные теоретические вопросы

1. Что позволяет определить дерево событий?
2. Какими бывают отказы по физической природе и по степени значимости?
3. Что является основной задачей математической статистики?
4. Что описывают модели кумулятивного типа?
5. Что такое марковский случайный процесс?
6. Что называется процессом с дискретный состоянием?
7. Что такое марковская цепь?
8. Что такое переходные вероятности марковской цепи?
9. Что такое однородная/неоднородная марковская цепь?
10. Раскройте понятие «непрерывная цепь Маркова».
11. Что представляет собой система дифференциальных уравнений Колмогорова?
12. Что описывают модели пуассоновского типа?
13. Что такое процесс «гибели и размножения»?
14. Что такое циклический процесс?

Примерные практические задания

1. Рассмотрим систему, для запуска которой используют ключ (например, поезд). Предположим, что этот ключ должен быть заменен на электронную карту (по любой причине). Необходимо оценить влияние этого изменения на работоспособность системы (относительно прежнего решения).

Раздел 3. Надежность технических систем

Тема 3.1. Методы расчета структурной надежности систем

Примерные теоретические вопросы

1. Что называется системой с последовательным соединением цементов?
2. Что называется системой с параллельным соединением цементов?
3. Что такое мажоритарная система?
4. В чем заключается метод прямого перебора для расчета надежности мажоритарных систем?

5. Чем определяется работоспособность мостиковой системы?
6. Что такое минимальный путь?
7. Что такое минимальное сечение?
8. Как рассчитывают надежность комбинированных систем?
9. Как оценивают надежность многофункциональных систем?

Примерные практические задания

1. Провести FMEA-анализ двигателя и определить меры предупреждения отказа.

Тема 3.2. Надежность систем с резервированием

Примерные теоретические вопросы

1. Что такое резервирование?
2. Раскройте понятия «временное резервирование», «информационное резервирование».
3. В чем особенности функционального резервирования систем?
4. Раскройте понятие «нагрузочное резервирование».
5. Раскройте содержание структурного резервирования.
6. Как классифицируются системы по способу соединения резервных элементов?
7. Перечислите и дайте короткую характеристику способам включения резерва в системах.
8. В каких условиях могут работать резервные элементы в системах?
9. В чем особенности нагруженного резервирования?
10. В чем особенности ненагруженного резервирования?
11. В чем особенности облегченного резервирования?
12. Что такое скользящее резервирование в системах, в чем его особенности?

Примерные практические задания

1. Рассчитать интенсивность отказов системы с общим резервированием при экспоненциальном законе надежности.Частота отказов составляет $6 \cdot 10^{-3}$ 1/час, вероятность безотказной работы 0,9.

Тема 3.3. Надежность технических систем на стадии проектирования.

Примерные теоретические вопросы

1. Какие задачи ставятся в основу исследования надежности при проектировании технических систем?
2. На какие массы подразделяются изделия?
3. В каких режимах может эксплуатироваться система?
4. Какие существуют группы надежности изделии?
5. Какие существуют методы распределения норм надежности?
6. Дайте понятие «восстанавливаемый элемент».
7. Перечислите основные показатели надежности для невосстанавливаемого цемента.
8. Перечислите основные показатели надежности для восстанавливаемого элемента.
9. В чем особенности расчета надежности восстанавливаемых систем!
10. В чем особенности расчета проектной надежности систем без учета восстановления резервных элементов'?
11. В чем особенности расчета проектной надежности систем с учетом восстановления резервных элементов?
12. В чем особенности расчета проектной надежности механизмов и металлоконструкций?
13. Перечислите критерии работоспособности механизмов и металлоконструкций.
14. Какие задачи решаются при исследовании конструкторской документации по использованию запасных частей в процессе эксплуатации?

15. На какие виды подразделяется комплект запасных частей по своему назначению?

16. Перечислите принципы конструирования, обеспечивающие создание надежных систем.

Примерные практические задания

1. Исходные условия интенсивности отказов для биполярной оперативной памяти следующие: λref= 10-7ч-1,температура окружающей среды: Qamb,ref = 40 °C, самонагрев: 20 °C. Каким будет значение интенсивности отказов при температуре окружающей среды Qamb,ref = 70 °C с тем же значением самонагрева?

Тема 3.4. Исследование надежности изделий этапе экспериментальной отработки

Примерные теоретические вопросы

1. Что является целью экспериментальной отработки сложных технических систем?
2. На что направлены испытания изделия по своему целевому назначению?
3. Какие существуют виды испытаний по своему целевому назначению?
4. Опишите иерархические уровни сложной технической системы.
5. Что представляет собой программа экспериментальной отработки?
6. Что должна содержать программа экспериментальной отработки?
7. Раскройте суть дифференциального, комплексного смешанного методов оценки уровня обработанности.
8. Перечислите качественные критерии завершенности экспериментальной отработки.
9. Перечислите количественные критерии завершенности экспериментальной отработки.
10. Перечислите виды стендовых испытании узлов, механизмов, сборочных единиц.
11. Перечислите виды испытаний опытных образцов изделий.
12. Что понимается под партией изделий?
13. Что такое выборка, объем выборки?
14. Что характеризуют доверительная вероятность и доверительный интервал?
15. Раскройте понятие «критическая область».

Примерные практические задания

1. Определить вероятность бесперебойного электроснабжения в течение гола, если потребитель может питаться от трех источников с λ= 0,1 1/год каждая:

а) при условии, что достаточно по мощности одного источника;

б) при условии, что достаточно по мощности двух источников.

Раздел 4. Понятие риска и проблемы устойчивого развития общества

Тема 4.1. Математическое определение риска.

Примерные теоретические вопросы

1. Дайте определение понятию «риск».
2. Дайте математическое определение риска.
3. Как классифицируют риски в зависимости от причины возникновения?
4. Какие выделяют категории риска с точки зрения применения понятия риска при анализе и управлении техногенной безопасностью?
5. Что такое индивидуальный риск?
6. Что определяет коллективный риск?
7. Раскройте понятие «потенциальный территориальный риск».
8. Что характеризует социальный риск?
9. Раскройте понятие «экологический риск».

Примерные практические задания

1. Провести численную оценку риска чрезвычайного события технической

системы, состоящей из четырех подсистем с независимыми отказами. Вероятность отказов подсистем составляет: $P_1 = 10^{-4}$, $P_2 = 10^{-2}$, $P_3 = 10^{-2}$, $P_4 = 10^{-3}$, Ожидаемые ущербы от отказов составляют: $U_1 = 12 \cdot 10^6$ рублей, $U_2 = 20 \cdot 10^6$ рублей, $U_3 = 35 \cdot 10^6$ рублей, $U_4 = 58 \cdot 10^6$ рублей.

Тема 4.2. Структура техногенного риска.

Примерные теоретические вопросы

1. В чем заключаются проблемы техногенной безопасности?
2. Перечислите группы потенциально опасных объектов и технологий.
3. Каковы причины природных и техногенных катастроф?
4. Что включает в себя понятие сейсмического риска?
5. Что понимают под опасностью техногенного характере?
6. Что относится к технологическим опасностям?
7. Что относится к инициирующим событиям?
8. Перечислите промежуточные события, способствующие эскалации аварий.
9. Перечислите промежуточные события, способствующие снижению риска.
10. Перечислите возможные исходы и последствия аварий.
11. Какова структура полного ущерба?
12. Что понимают под прямым ущербом?
13. Какие выделяют виды прямого ущерба?
14. Что понимают под косвенным ущербом?
15. Какие составляющие включает косвенный экономический ущерб?
16. Перечислите факторы, формирующие косвенный социальный ущерб.
17. Перечислите факторы, формирующие косвенный экологический ущерб.
18. Раскройте понятие «анализ риска».
19. Решение каких задач включает в себя анализ риска?
20. Перечислите последовательность основных процедур процесса анализа риска.

Примерные практические задания

1. Гибель человека от электрического тока может произойти при включении его тела в электрическую цепь с достаточной для этого силой тока. Следовательно, чтобы произошел несчастный случай (головное событие «А»), необходимо одновременное существование трех условий.

Условие «Б» — наличие потенциально высокого напряжения на корпусе электрической установки.Событие «В» означает появление человека па токопроводящем основании, соединенном с землей. Событие «Г» — касание телом человека корпуса электроустановки.

В свою очередь, событие «Б» может быть следствием любого из двух событий-предпосылок «Д» и «Е», где «Д» — понижение сопротивления изоляции токоведущих частей, а событие «Е» — касание ими корпуса установки.

Событие «В» также обусловливается двумя предпосылками: «Ж» — вступление человека на токопроводящее основание и «З» - касание его туловищем заземленных элементов помещения.

Событие «Г» является результатом появления одной из трех предпосылок: «И» — потребность ремонта, «К» - потребность техобслуживания и «Л» — использование электроустановки по назначению, или нормальная эксплуатация установки.

Представьте аналитическое выражение условия реализации данного несчастного случая, основываясь на дереве причин поражения человека электрическим током.

Тема 4.3. Методы анализа техногенного риска

Примерные теоретические вопросы

1. Чтонеобходимообеспечитьнаэтапепланирования работ?

2. Что начнется целью анализа риска на этапе размещенияили проектирования опасного объекта?

3. Что начнется целью анализа риска на этапе эксплуатации и реконструкции опасного объекта?

4. Что машется целью анализа риска на этапе вывода из эксплуатации (или ввода в эксплуатацию) опасного объекта?

5. В чем заключается основная задача этапа идентификации опасностей?

6. Что подразумевает результат идентификации опасностей?

7. Что включает в себя оценка риска?

8. Дайте краткую характеристику методов риска.

9. Перечислите меры по уменьшению риска.

10. Каким требованиям должен удовлетворять метод риск-анализа?

Примерные практические задания

1. При аварии на химически опасном объекте произошло разрушение емкости с химически опасным веществом. Облако распространяется в направлении ветра, постепенно рассеиваясь по мере удаления от эпицентра аварии. В каком случае последствия при аварии будут наиболее тяжелыми?

Время работы ХОО. лет	0-10	10-15	0-25	1-5
Погодные условия	Инверсия	Изотсрмия	Конвекция	Инверсия
Масса выброса ХОВ, топи	0.2	1	0,5	0,75

При этом место расположения жилых кварталов для всех вариантов одинаково— на расстоянии 5км от ХОО, население 400 тыс. человек. Просчитать риск возникновения аварии, а также определить плотность риска f(t). Построить дерево исходов аварии по всем вариантам (не учитывая ущерб).

Составитель (и): Решетникова Е.В., доцент