

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 6

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

Долг. К.Т.Н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

К.В. Епифанцев

(инициал, фамилия)

«19__»_февраля_2025 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность технических систем»

(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.04.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Стандартизация и метрология
Наименование направленности	Метрологическое обеспечение интеллектуальных процессов и производств
Форма обучения	очная
Год присема	2025

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

Долг. К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

19.02.2025 Н.Ю. Ефремов

(инициал, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6
«19» февраля 2025 г, протокол № 10-02/2025

Заведующий кафедрой № 6

Д.С.Н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

19.02.2025 В.В. Оксентьев

(инициал, фамилия)

Заместитель директора института ФПИ по методической работе

Долг. К.Т.Н.

(должность, уч. степень, звание)

(подпись, дата)

19.02.2025 Н.Ю. Ефремов

(инициал, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Надежность технических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/специальности 27.04.01 «Стандартизация и метрология» направленности «Метрологическое обеспечение интеллектуальных процессов и производств». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий»

ОПК-1 «Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем в области стандартизации и метрологии на основе приобретенных знаний»

ОПК-2 «Способен формулировать задачи в области стандартизации и метрологического обеспечения и обосновывать методы их решения»

ОПК-3 «Способен самостоятельно решать задачи стандартизации и метрологического обеспечения на базе последних достижений науки и техники»

ОПК-6 «Способен управлять процессами по контролю соблюдения на предприятии метрологических требований»

ПК-4 «Способен обеспечивать функционирование системы менеджмента качества, управлять программами обеспечения надежности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с историей развития теории надежности, влияния надежности на качество технических систем, физико-химическими процессами, влияющими на надежность, классификацией основных состояний объекта, номенклатурой и классификацией показателей надежности, количественными характеристиками надежности, математическим аппаратом теории надежности, моделированием структурной надежности сложных систем, видами и планами испытаний на надежность и включает расчетные лабораторные и контрольные работы по разделам дисциплины.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью изучения дисциплины является получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области планирования, обеспечения средствами контроля, проведения и анализа результатов испытаний образцов продукции на надежность; предоставление обучающимся возможности развить и продемонстрировать навыки в области оценивания показателей надежности технических систем.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.В.1 владеть навыками системного и критического мышления; методиками постановки цели, определения способов ее достижения
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем в области стандартизации и метрологии на основе приобретенных знаний	ОПК-1.3.1 знает задачи в области стандартизации и метрологии, выделяет базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи ОПК-1.В.1 владеет навыками выявления проблем в области стандартизации и метрологии
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен формулировать задачи в области стандартизации и метрологического обеспечения и обосновывать методы их решения	ОПК-2.3.1 знает основные методы решения задач в области стандартизации и метрологического обеспечения ОПК-2.В.1 владеет навыками теоретического и практического решения задач в области стандартизации и метрологического обеспечения и обоснованием метода
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен самостоятельно решать задачи стандартизации и метрологического обеспечения на базе	ОПК-3.3.1 знать основы решения задач стандартизации и метрологического обеспечения на базе последних достижений науки и техники ОПК-3.У.1 уметь самостоятельно решать задачи стандартизации и

	последних достижений науки и техники	метрологического обеспечения на базе последних достижений науки и техники ОПК-3.В.1 владеть навыками самостоятельного поиска и изучения источников по современным достижениям науки и техники
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен управлять процессами по контролю соблюдения на предприятии метрологических требований	ОПК-6.У.1 умеет проводить контроль за соблюдением метрологических требований на предприятии
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен обеспечивать функционирование системы менеджмента качества, управлять программами обеспечения надежности	ПК-4.3.2 знать показатели надежности технических систем и методы их контроля ПК-4.У.2 уметь осуществлять планирование и анализ результатов испытаний на надежность ПК-4.В.2 владеть навыками оценки показателей надежности

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Всеобщее управление качеством»;
- «Информационная поддержка жизненного цикла продукции».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются при изучении других дисциплин:

- «Метрологическое и нормативное обеспечение процессов производства электроники»;
- «Управление инновационными проектами».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	5/ 180	5/ 180
Из них часов практической подготовки	2	2
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ),	17	17

(час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа , всего (час)	110	110
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности Тема 1.1. История развития теории надежности. Тема 1.2. Надежность как прикладная научная дисциплина. Тема 1.3. Физико-химические процессы, влияющие на надежность. Тема 1.4. Классификация основных состояний объекта. Тема 1.5. Номенклатура и классификация показателей надежности.	3				15
Раздел 2. Количественные характеристики надежности Тема 2.1. Показатели безотказности. Тема 2.2. Показатели долговечности. Тема 2.3. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости. Тема 2.4. Комплексные показатели надежности.	4	4			20
Раздел 3. Математический аппарат теории надежности Тема 3.1. Основные понятия теории вероятностей. Законы распределения дискретных величин. Тема 3.2. Условная вероятность. Формула Байеса. Тема 3.3. Элементы математической логики и теории графов. Тема 3.4. Элементы комбинаторики. Тема 3.5 Уравнения Колмогорова для состояний. Предельные вероятности состояний.	4	4			30
Раздел 4. Моделирование структурной надежности сложных систем Тема 4.1. Структурно-логический анализ системы. Тема 4.2. Методы расчета и повышения структурной надежности. Тема 4.3. Статистическое моделирование структурной надежности. Тема 4.4. Топологические методы анализа надежности. Тема 4.5. Анализ риска.	4	4			30

Раздел 5. Виды и планы испытаний на надежность Тема 5.1. Классификация испытаний на надежность. Тема 5.2. Контрольные испытания на надежность. Тема 5.3. Методы контроля показателей надежности. Тема 5.4. Экспериментальные методы оценки показателей надежности.	2	1			15
Итого в семестре:	17	17			110
Итого	17	17	0	0	110

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
Раздел 1. Основные понятия теории надежности	<p>Тема 1.1. История развития теории надежности. Начальный этап развития теории надежности. Этап становления теории надежности. Этап классической теории надежности. Этап системных методов надежности.</p> <p>Тема 1.2. Надежность как прикладная научная дисциплина. Основные понятия теории надежности. Объект и предмет надежности. Элементы теории надежности.</p> <p>Тема 1.3. Физико-химические процессы, влияющие на надежность. Термоактивируемые процессы. Поверхностные явления. Химические реакции. Механическое разрушение, изнашивание. Старение материалов. Тепловое разрушение.</p> <p>Тема 1.4. Классификация основных состояний объекта. Работоспособное и неработоспособное, исправное и неисправное, поврежденное и предельное состояния технической системы. Отказ технической системы.</p> <p>Тема 1.5. Номенклатура и классификация показателей надежности. Классификация показателей надежности. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Номенклатура показателей надежности.</p>
Раздел 2. Количественные характеристики надежности	<p>Тема 2.1. Показатели безотказности. Понятия и формулы расчета основных показателей безотказности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов.</p> <p>Тема 2.2. Показатели долговечности. Гамма-процентный, средний и назначенный ресурс. Срок службы и хранения.</p> <p>Тема 2.3. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости. Показатели, связанные с восстановлением: вероятность, время, интенсивность. Сроки сохраняемости и хранения.</p> <p>Тема 2.4. Комплексные показатели надежности. Коэффициенты готовности, технического использования и сохранения эффективности.</p>

<p>Раздел 3. Математический аппарат теории надежности</p>	<p>Тема 3.1. Основные понятия теории вероятностей. Законы распределения случайных величин. Случайные события: классификация, основные теоремы и формулы. Случайные величины и их основные характеристики. Законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин.</p> <p>Тема 3.2. Условная вероятность. Формула Байеса. Метод перебора гипотез. Теорема Байеса. Формула полной вероятности событий.</p> <p>Тема 3.3. Элементы математической логики и теории графов. Основные логические операции. Таблицы истинности и формулы алгебры логики. Понятие графа, его элементы и основные таблицы.</p> <p>Тема 3.4. Элементы комбинаторики. Размещения, перестановки и сочетания.</p> <p>Тема 3.5 Уравнения Колмогорова для состояний. Предельные вероятности состояний. Примеры систем с переходами между состояниями. Система уравнений Колмогорова.</p>
<p>Раздел 4. Моделирование структурной надежности сложных систем</p>	<p>Тема 4.1. Структурно-логический анализ системы. Элементы системы в зависимости от влияния на её надежность. Структурные схемы надежности систем.</p> <p>Тема 4.2. Методы расчета и повышения структурной надежности. Расчет последовательной и параллельной структурных схем соединения элементов надежности систем. Мажоритарная и мостиковая системы. Дерево отказов. Виды резервирования, оценка коэффициента выигрыша надежности.</p> <p>Тема 4.3. Статистическое моделирование структурной надежности. Статистическая модель надежности. Вероятностная модель внезапного и постепенного отказа.</p> <p>Тема 4.4. Топологические методы анализа надежности. Матрицы состояний и переходов. Преобразование Лапласа. Определение вероятностей состояний системы по графу состояний. Оценка значений показателей надежности системы.</p> <p>Тема 4.5. Анализ риска. Понятие риска. Концепция анализа риска, матрица риска. Матрица критичности отказов. Рекомендации по выбору методов анализа риска.</p>
<p>Раздел 5. Виды и планы испытаний на надежность</p>	<p>Тема 5.1. Классификация испытаний на надежность. Определительные и контрольные испытания на надежность. Виды и планы испытаний на надежность.</p> <p>Тема 5.2. Контрольные испытания на надежность. Рекомендации по применению контрольных испытаний на надежность.</p> <p>Тема 5.3. Методы контроля показателей надежности. Одноступенчатый контроль, ошибки первого и второго рода. Многоступенчатый контроль, метод последовательного контроля. Контроль показателей безотказности.</p> <p>Тема 5.4. Экспериментальные методы оценки показателей надежности. Методы планирования определительных испытаний и оценки показателей надежности по экспериментальным данным. Регистрация отказов элементов. Выявление закона выборочного распределения. Параметрический и непараметрический методы экспериментальной оценки показателей надежности. Точечные и</p>

	интервальные оценки показателей надежности.
--	---

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3					
1	Обсуждение расчетных заданий	дискуссия	5	1	3 – 5
2	Контрольные задачи	индивидуальное решение контрольных примеров	6	2	2 – 5
3	Решение и обсуждение примеров	коллективное решение примеров	6	2	3 – 4
Всего			17	5	

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено				
Всего				

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	50	50
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетные задания (РЗ)	30	30
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	15	15

Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	15	15
Всего:	110	110

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в
п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
006.01 (075) (ГУАП) С 89	Надежность технических систем: учебн. пособие/ В.Ш. Сулаберидзе, В.А. Михеев, С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2019. – 237 с.	50 экз.
621.396.6.019. 3Т 33	Теоретические основы надежности электронной аппаратуры: учебн. пособие/ В. П. Ларин [и др.]; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2012. - 156 с.: рис. - Библиогр.: с. 152 - 153. - ISBN 978-5-8088-0726-6	100 экз.
681.2 (ГУАП) Л25	Формирование, обеспечение и поддержание надежности приборов и электронных средств: учеб. пособие для вузов / Ларин В.П., Шелест Д.К. СПбГУАП. СПб. 2012	150 экз.
http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231590	Надежность и техническая диагностика систем: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Е.Ф. Березкин. - М.: МИФИ, 2012. - 244 с.	
681.5ю74	Надежность и диагностика технологических систем: учебник для студ. высш.	20 экз.

	учеб.заведений / В.В.Юркевич, А.Г.Схиртладзе. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. - 304 с.	
621	Надежность машин. Энциклопедия. Т. IV-3/ В.В.Клюев и [др.] М.: Машиностроение, 2003. - 592 с.	1 экз. (ФО)
004.052(075)П 52	Основы теории надежности: учебное пособие/ А. М. Половко, С. В., Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп.. - СПб.: БХВ - Петербург, 2008. – 704 с.: ISBN 978-5-94157- 541	15 экз.

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://e.lanbook.com/.	ЭБС издательства «Лань»
http://znanium.com.	ЭБС Znanium.com
http://biblio.online.ru.	ЭБС «Юрайт»
http://biblioclub.ru.	ЭБС «Университетская библиотека online»
www.e-library.ru.	Научная электронная библиотека

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	13-13

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Экзаменационные билеты; Задачи; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1.	Объясните предмет теории надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ПК-4.3.2
2.	Охарактеризуйте определение надежности по ГОСТ 27	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ПК-4.3.2
3.	Как по вашему, чем отличаются единичные и комплексные показатели надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
4.	Выделите термоактивируемые процессы	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1

		ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
5.	Укажите поверхностные явления и дайте им краткую характеристику	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
6.	В чем состоят химические реакции, влияющие на процессы старения	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
7.	Укажите и охарактеризуйте основные виды механических разрушений	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
8.	Укажите и охарактеризуйте процессы изнашивания	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
9.	В чем состоит процесс старения материалов	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
10.	Чем характеризуются процессы теплового разрушения материалов и конструкций?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1

11.	Выделите основные процессы разрушения электрической природы	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
12.	Выделите основные процессы поглощения энергии излучений	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1
13.	Приведите классификацию основных состояний объекта	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
14.	Приведите особенности и отличия исправного и неисправного состояния	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
15.	Приведите особенности и отличия работоспособного и неработоспособного состояния	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
16.	Приведите особенности и отличия поврежденного состояния	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1

		ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
17.	Приведите особенности и отличия предельного состояния	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
18.	Укажите основные признаки отказа, критерии отказа	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
19.	Объясните, в чем состоит классификация показателей по свойствам надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
20.	Объясните, в чем состоит классификация показателей надежности по источнику информации	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
21.	Объясните, в чем состоит классификация показателей надежности по размерности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2

		ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
22.	Выделите основные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
23.	Выделите основные показатели безотказности восстанавливаемых объектов	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
24.	Выделите основные показатели долговечности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
25.	Выделите основные показатели ремонтпригодности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
26.	Выделите основные показатели сохраняемости	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2

27.	Укажите основные комплексные показатели надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
28.	В чем состоят аналитические зависимости между показателями надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
29.	Выделите основные случайные события – зависимые и независимые	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
30.	Объясните порядок сложения и умножения вероятностей	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
31.	В чем состоят основные законы распределения случайных дискретных и непрерывных величин	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
32.	Объясните формулу Байеса условной вероятности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1

		ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
33.	Объясните элементы алгебры логики в теории вероятностей	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
34.	Объясните элементы теории графов в анализе надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
35.	Охарактеризуйте элементы комбинаторики в теории надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
36.	В чем на ваш взгляд, состоит уравнение Колмогорова для состояний	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1
37.	Объясните применение дерева отказов при анализе надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2

38.	Что вы узнали о структуре и принципах применения последовательной и параллельной схемы элементов надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
39.	В чем состоит мажоритарная система надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
40.	В чем состоит мостиковая схема элементов надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
41.	Объясните основные методы повышения надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
42.	Объясните основные методы статистического моделирования структурной надежности системы	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1

		ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
43.	Объясните вероятностную модель внезапного отказа	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
44.	Укажите особенности топологической модели анализа надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
45.	Укажите особенности матрицы состояний и переходов	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
46.	Что вы узнали о преобразовании Лапласа в анализе надежности систем?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1

		ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
47.	Приведите определение вероятностей состояний системы по графу состояний	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
48.	Что вы узнали о рисках, их определении и классификации?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
49.	Выделите основные элементы матрицы риска и критичности отказов	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
50.	Объясните основные методы анализа риска в надежности систем	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
51.	Выделите и охарактеризуйте определительные испытания на надежность	ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2
52.	Выделите и охарактеризуйте контрольные испытания на надежность	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
53.	В чем состоят основные планы испытаний на надежность	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
54.	Объясните основные методы контроля показателей надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1

		ОПК-2.В.1
55.	В чем состоит и чем характеризуется одноступенчатый контроль надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
56.	В чем состоит и чем характеризуется последовательный контроль надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
57.	В чем состоит и чем характеризуется параметрические методы экспериментальной оценки показателей надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
58.	В чем состоит и чем характеризуется непараметрические методы экспериментальной оценки показателей надежности?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
59.	Объясните точечное и интервальное оценивание показателей надежности	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1
60.	В чем состоит оценка ресурса системы по ресурсу элементов?	УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
-------	--	----------------

Перечень вопросов для текущего/промежуточного контроля		
1	<p>Основные понятия теории надежности</p> <p>1. Как называется свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования?</p> <p>a) надежность; b) готовность; c) безотказность; d) сохраняемость.</p> <p>2. Дайте определение объекта в теории надежности</p> <p>a) разработка методов повышения качества, эффективности и безопасность объекта; b) изучение причин, вызывающих отказы объектов, определение закономерностей, которым они подчиняются, разработка способов количественного измерения надежности, методов расчета и испытаний, разработка путей и средств повышения надежности; c) техническое средство определенного целевого назначения (изделие, система) – или его составная часть, рассматриваемое с точки зрения надежности на различных этапах жизненного цикла; d) математические закономерности, статистическая информация и физико-химические процессы физических причин отказов влияния старения и прочности материалов на надежность.</p> <p>3. Дайте определение предмета надежности как научной дисциплины</p> <p>a) разработка методов повышения качества, эффективности и безопасность объекта; b) изучение причин, вызывающих отказы объектов, определение закономерностей, которым они подчиняются, разработка способов количественного измерения надежности, методов расчета и испытаний, разработка путей и средств повышения надежности; c) техническое средство определенного целевого назначения (изделие, система) – или его составная часть, рассматриваемое с точки зрения надежности на различных этапах жизненного цикла; d) математические закономерности, статистическая информация и физико-химические процессы физических причин отказов влияния старения и прочности материалов на надежность.</p> <p>4. Какому термину соответствует свойство объекта, состоящее в его способности противостоять развитию критических отказов из дефектов и повреждений при установленной системе технического обслуживания и ремонта?</p> <p>a) эффективность; b) надежность; c) безотказность; d) живучесть.</p> <p>5. По отношению к внутренним источникам нарушений способность объекта сохранять его работоспособность определяет его:</p> <p>a) эффективность; b) надежность; c) безотказность; d) живучесть.</p> <p>6. По отношению к внешним источникам нарушений способность объекта сохранять его работоспособность определяет его:</p> <p>a) эффективность; b) надежность; c) безотказность; d) живучесть.</p>	<p>УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-2.3.1 ОПК-2.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ПК-4.3.2</p>

	<p>7. Как называется состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно?</p> <p>a) неисправное состояние b) поврежденное состояние; c) неработоспособное состояние; d) предельное состояние.</p>	
2	<p>Количественные характеристики надежности</p> <p>1. К какой группе показателей надежности относятся комплексные показатели?</p> <p>a) классификация по свойствам надежности; b) классификация по числу свойств надежности; c) классификация по числу характеризующих объектов; d) классификация по размерности показателя.</p> <p>2. К какой группе показателей надежности относятся групповые показатели?</p> <p>a) классификация по свойствам надежности; b) классификация по числу свойств надежности; c) классификация по числу характеризующих объектов; d) классификация по размерности показателя.</p> <p>3. Как называется продолжительность или объем работы объекта?</p> <p>a) срок службы объекта; b) наработка; c) ресурс (технический ресурс); d) время эксплуатации объекта.</p> <p>4. Как называется календарная продолжительность эксплуатации объекта от начала его применения или ее возобновления после ремонта до наступления предельного состояния, это:</p> <p>a) срок службы объекта; b) наработка; c) ресурс (технический ресурс); d) время эксплуатации объекта.</p> <p>5. Как называется свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта, это</p> <p>a) безотказность; b) ремонтпригодность; c) долговечность; d) сохраняемость.</p> <p>6. Как называется свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования, это</p> <p>a) безотказность; b) ремонтпригодность; c) долговечность; d) сохраняемость.</p> <p>7. Какой из вариантов не относится к показателям безотказности?</p> <p>a) интенсивность отказов; b) параметр потока отказов; c) интенсивность восстановления; d) средняя наработка до отказа</p>	<p>УК-1.В.1 ОПК-1.3.1 ОПК-1.В.1 ОПК-3.3.1 ОПК-3.У.1 ОПК-3.В.1 ОПК-6.У.1 ПК-4.3.2 ПК-4.У.2 ПК-4.В.2</p>
Задания для проверки остаточных знаний		
	Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного	УК-1

ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора.
(Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа).

Как вы считаете, какой показатель по отношению к внешним источникам нарушений определяет способность объекта сохранять его работоспособность?

- a) эффективность;
- b) надежность;
- c) безотказность;
- d) живучесть.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Живучесть. Все остальные варианты относятся к другим признакам.

Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.

(Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов).

Выделите показатели безотказности технических систем

- a) Вероятность безотказной работы;
- b) среднее время восстановления;
- c) средний ресурс;
- d) средний срок службы;
- e) интенсивность отказов;
- f) наработка до отказа.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, наработка до отказа – основные показатели безотказности. Другие показатели относятся к другим группам.

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)

Укажите пару «Свойство надежности» - «Показатель надежности»

- a) Безотказность
 - b) Ремонтопригодность
 - c) Сохраняемость
 - d) Долговечность
-
- 1) Средний ресурс
 - 2) Средний срок сохраняемости
 - 3) интенсивность отказов
 - 4) интенсивность восстановления

Ключ с ответами

a	b	c	d
3	4	2	1

	<p>Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности. (Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)</p> <p>Расположите буквы вариантов в порядке следования основных состояний объектов с позиций надежности</p> <p>a) неработоспособное состояние</p> <p>b) поврежденное состояние</p> <p>c) предельное состояние</p> <p>d) исправное состояние</p> <p>Ключ с ответами</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>d</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td></tr></table> <p>Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом. (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)</p> <p>Приведите и поясните основную формулу надежности в упрощенном виде.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):</p> <p>$P(t_i) = e^{-\lambda t_i}$</p> <p>$P(t_i)$ – вероятность безотказной работы,</p> <p>λ – интенсивность отказа изделия (1/ч),</p> <p>t_i - заданное время работы (ч).</p>	1	2	3	4	d	b	a	c	
1	2	3	4							
d	b	a	c							
	<p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа).</p> <p>Укажите, к какой группе показателей надежности относятся комплексные показатели?</p> <p>a) классификация по свойствам надежности;</p> <p>b) классификация по числу свойств надежности;</p> <p>c) классификация по числу характеризующих объектов;</p> <p>d) классификация по размерности показателя.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):</p> <p>По числу свойств надежности. К этой группе относятся единичные и комплексные показатели.</p> <p>Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов).</p> <p>Определите, какие из приведенных типов состояний относятся к основным состояниям технических систем?</p> <p>a) исправное</p> <p>b) рабочее</p> <p>c) предельное</p> <p>d) нормальное</p> <p>e) работоспособное</p>	ОПК-1								

f) допустимое

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Состояния исправное, работоспособное и предельное. Данные состояния определяют большую часть схемы состояний объекта с позиций надежности

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)

Определите соответствующее определение для каждого из терминов надежности

1)	Долговечность	А)	свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени
2)	Ресурс работы	Б)	свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния
3)	Срок службы	В)	наработка прибора в часах от момента начала эксплуатации до его отказа
4)	Безотказность	Г)	календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

Ключ с ответами

1	2	3	4
а	б	г	в

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.

(Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)

Укажите буквы вариантов в порядке протекания исторических этапов развития теории надежности

- а) классическая теория надежности
- б) становление теории надежности
- с) начальный этап
- д) этап системных методов

Ключ с ответами

1	2	3	4
с	б	а	д

Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом.

(Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)

Определите, какая величина вероятности безотказной работы

	<p>соответствует идеальной технической системе.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): $P(t)=1$. Для такого значения отказ невозможен, это идеальная система.</p>													
	<p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Как вы считаете, какая из приведенных формул является основной формулой надежности?</p> <p>a) $P(t)=1-\int_0^t f(t)dt$ b) $P(t)=e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$ c) $P(t)=\int_{ty}^{\infty} f(t)dt$ d) $P(t)=e^{\int_0^t \lambda(t)dt}$</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): $P(t)=e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$. Все остальные формулы относятся к другим типам.</p> <p>Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Выделите основные законы распределения случайных величин, используемых в теории надежности</p> <p>a) равномерное b) дискретное c) экспоненциальное d) Вейбулла e) Колмогорова f) Гаусса</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Экспоненциальное, Гаусса, Вейбулла – основные законы распределения в теории надежности.</p> <p>Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия. (Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце) Укажите соответствующее определение для приведенных типов отказов</p> <table><tr><td>1)</td><td>Постепенные отказы</td><td>А)</td><td>устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента</td></tr><tr><td>2)</td><td>Рассогласование работы</td><td>Б)</td><td>требуют настройки прибора</td></tr><tr><td>3)</td><td>Неявные отказы</td><td>В)</td><td>требуют специальных</td></tr></table>	1)	Постепенные отказы	А)	устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента	2)	Рассогласование работы	Б)	требуют настройки прибора	3)	Неявные отказы	В)	требуют специальных	ОПК-2
1)	Постепенные отказы	А)	устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента											
2)	Рассогласование работы	Б)	требуют настройки прибора											
3)	Неявные отказы	В)	требуют специальных											

			измерений, лабораторного анализа или исследований	
4)	Устойчивые отказы	Г)	связаны с плавным изменением параметров в результате изнашивания и старения	
Ключ с ответами				
1	2	3	4	
г	б	в	а	
<p>Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности. (Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)</p> <p>Выделите буквы вариантов в порядке выполнения анализа технических систем с точки зрения надежности</p> <ul style="list-style-type: none">а) расчет и оптимизация параметров функционирования элементов, подсистем и системы в целомб) декомпозиции системы на подсистемы и элементыс) расчет показателей надежности элементов и подсистемд) анализ отказов и причин их возникновения, а также влияния отказов элементов и подсистем на работоспособность системы в целом				
Ключ с ответами				
1	2	3	4	
б	а	д	с	
<p>Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом. (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)</p> <p>Определите, какая величина вероятности отказа соответствует идеальной технической системе.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):</p> <p>$Q(t)=0$. Для такого значения отказ невозможен, это идеальная система.</p>				
<p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа).</p> <p>Как вы считаете, как правильно обозначить отношение суммарной наработки восстанавливаемого объекта к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки $\bar{T}=t/M\{r(t)\}$?</p> <ul style="list-style-type: none">а) Параметр потока отказовб) Средняя наработка на отказ;с) Средний ресурс;д) Средний срок службы. <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):</p> <p>Средняя наработка на отказ. Другие показатели рассчитываются по</p>				ОПК-3

другим формулам.

Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.

(Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов).

Укажите виды резервирования для повышения надежности

- a) структурное;
- b) временное;
- c) дополнительное;
- d) прерывистое;
- e) частичное;
- f) информационное.

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Структурное, временное, информационное – основные виды резервирования.

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)

Определите соответствующее определение для каждого из терминов надежности

1)	Ремонтопригодность	А)	свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.
2)	Долговечность	Б)	свойство объекта сохранять способность к выполнению требуемых функций после хранения и (или) транспортирования при заданных сроках и условиях хранения и (или) транспортирования.
3)	Сохраняемость	В)	свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния.
4)	Безотказность	Г)	свойство объекта, заключающееся в его

			приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта.	
Ключ с ответами				
1	2	3	4	
г	в	б	а	
<p>Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности. (Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)</p> <p>Расположите этапы статистического моделирования надежности в порядке их выполнения</p> <p>а) построение вероятностных моделей процессов функционирования системы</p> <p>б) определение искомых показателей надежности</p> <p>с) моделирование случайных событий, процессов или случайных величин с заданными законами распределения</p> <p>д) статистическую оценку результатов моделирования</p>				
Ключ с ответами				
1	2	3	4	
б	д	а	с	
<p>Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом. (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ)</p> <p>Определите, к какому типу относится резервирование, при котором используют нагруженный резерв и при отказе любого элемента в резервированной группе, выполнение объектом требуемых функций обеспечивается без переключения оставшихся элементов.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):</p> <p>Постоянное резервирование. Только в этом случае резерв находится в режиме постоянной готовности к замене отказавшего элемента.</p>				
<p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа).</p> <p>Как вы считаете, как формульно определяется вероятность безотказной работы в течение некоторой наработки t системы из n независимых друг от друга элементов $P(t)$ равна?</p> <p>а) $P(t) = \sum_{i=1}^n p_i(t)$</p> <p>б) $P(t) = \sum_{i=0}^n p_i(t);$</p> <p>с) $P(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t);$</p> <p>д) $P(t) = \prod_{i=0}^n p_i(t).$</p>				ОПК-6

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

$P(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t)$. Обязательно должно быть произведение вероятностей элементов с 1-го по n-ый.

ип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора.

(Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов).

Определите, какие из приведенных типов состояний относятся к основным состояниям технических систем?

- a) исправное
- b) рабочее
- c) предельное
- d) нормальное
- e) работоспособное
- f) допустимое

ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ):

Состояния исправное, работоспособное и предельное. Данные состояния определяют большую часть схемы состояний объекта с позиций надежности

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.

(Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)

Определите соответствующее определение для каждого из терминов надежности

1)	Долговечность	А)	свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени
2)	Ресурс работы	Б)	свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния
3)	Срок службы	В)	наработка прибора в часах от момента начала эксплуатации до его отказа
4)	Безотказность	Г)	календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

Ключ с ответами

1	2	3	4
а	б	г	в

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.

	<p>(Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)</p> <p>Укажите буквы вариантов в порядке протекания исторических этапов развития теории надежности</p> <ul style="list-style-type: none">a) классическая теория надежностиb) становление теории надежностиc) начальный этапd) этап системных методов <p>Ключ с ответами</p> <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>d</td></tr></table> <p>Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом. (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ) Определите, какая величина вероятности безотказной работы соответствует идеальной технической системе.</p> <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): $P(t)=1$. Для такого значения отказ невозможен, это идеальная система.</p>	1	2	3	4	c	b	a	d	
1	2	3	4							
c	b	a	d							
	<p>Тип 1 Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа). Как вы считаете, при каком значении r определяют точечные оценки показателей надежности непараметрическим методом?</p> <ul style="list-style-type: none">a) $r>3$b) $r>5$;c) $r>7$;d) $r>9$. <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): $r>5$.</p> <p>Тип 2 Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора. (Инструкция: прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов). Укажите виды резервирования для повышения надежности</p> <ul style="list-style-type: none">a) структурное;b) временное;c) дополнительное;d) прерывистое;e) частичное;f) информационное. <p>ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Структурное, временное, информационное – основные виды резервирования.</p>	ПК-4								

Тип 3 Задание закрытого типа на установление соответствия.
(Инструкция: Прочитайте текст и установите соответствие. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце)
Определите соответствующее определение для каждого из терминов надежности

1)	Ремонтопригодность	А)	свойство объекта непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение некоторого времени или наработки в заданных режимах и условиях применения.
2)	Долговечность	Б)	свойство объекта сохранять способность к выполнению требуемых функций после хранения и (или) транспортирования при заданных сроках и условиях хранения и (или) транспортирования.
3)	Сохраняемость	В)	свойство объекта, заключающееся в его способности выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта до достижения предельного состояния.
4)	Безотказность	Г)	свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к поддержанию и восстановлению состояния, в котором объект способен выполнять требуемые функции, путем технического обслуживания и ремонта.

Ключ с ответами

1	2	3	4
г	в	б	а

Тип 4 Задание закрытого типа на установление последовательности.
(Инструкция: Прочитайте текст и установите последовательность. Запишите соответствующую последовательность букв слева направо)
Расположите этапы статистического моделирования надежности в порядке их выполнения
а) построение вероятностных моделей процессов

функционирования системы б) определение искомых показателей надежности с) моделирование случайных событий, процессов или случайных величин с заданными законами распределения d) статистическую оценку результатов моделирования			
Ключ с ответами			
1	2	3	4
b	d	a	c
Тип 5 Задание открытого типа с развернутым ответом. (Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ) Определите, какие признаки существуют у восстанавливаемых объектов. ОФОРМЛЕНИЕ ОТВЕТА (ЭТАЛОННЫЙ ОТВЕТ): Это объекты, работоспособность которых может быть восстановлена путем ремонта и замены.			

Система оценивания тестовых заданий:

1 тип) Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из четырех предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

2 тип) Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

3 тип) Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца). Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов

4 тип) Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр. Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов.

5 тип) Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте. Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов.

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- лекции согласно разделам (табл.2) и темам (табл.3).

11.2. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимися практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;

- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Требования к проведению практических занятий

На практических занятиях должны быть последовательно выполнены следующие этапы:

- разбор нового материала с формулами или повторение ранее рассмотренного на лекции;
- рассмотрение решения типовых заданий;
- разбор и обсуждение условий заданий по вариантам;
- консультации по выполнению заданий;
- прием заданий.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

В течение семестры студенты

- выполняют расчетные задания;
- выполняют тестирования по материалам лекции в среде LMS.

Для текущего контроля успеваемости используются тесты, приведенные в таблице 18.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности

применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении текущего контроля и промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с руководящим документом организации РДО ГУАП. СМК 3.76 «Положение о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов и аспирантов, обучающихся по образовательным программам высшего образования в ГУАП» https://docs.guap.ru/guap/2020/sto_smk-3-76.pdf.

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой