

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

Кафедра № 6

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель направления

д.э.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» июня 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность технических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	27.05.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники
Наименование направленности	Метрологическое обеспечение космических средств
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

доц.,к.т.н.

(должность, уч. степень,
звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Н.Ю. Ефремов

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 6

«22» июня 2023 г, протокол № 14

Заведующий кафедрой № 6

д.э.н.,проф.

(уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

В.В. Окрепилов

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 27.05.02(04)

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Р.Н.Целмс

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института ФПТИ по методической работе

доц.,к.ф.-м.н.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

22.06.23

Ю.А. Новикова

(инициалы, фамилия)

Аннотация

Дисциплина «Надежность технических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 27.05.02 «Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники» направленности «Метрологическое обеспечение космических средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№6».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-1 «Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации»

ПК-3 «Способен осуществлять работы по выявлению и предотвращению несоответствий продукции предъявляемым требованиям»

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 4 зачетных единицы, 144 часа.

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 части, формируемой участниками образовательных отношений, 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
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен проводить анализ состояния метрологического обеспечения в подразделении метрологической службы организации	ПК-1.3.1 знать нормативные и методические документы, регламентирующие работы по метрологическому обеспечению ПК-1.У.3 уметь устанавливать оптимальные нормы точности измерений и достоверности контроля с учетом ошибок 1-го и 2-го рода. ПК-1.В.2 владеть навыками анализа информации об отказах средств измерения, оконтроле испытаний в процессе эксплуатации, о состоянии и условиях их хранения, об эффективности их использования
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен осуществлять работы по выявлению и предотвращению несоответствий продукции предъявляемым требованиям	ПК-3.3.4 знать методики контроля испытания продукции ПК-3.У.3 уметь выбирать и разрабатывать методы и средства контроля технологического процесса, технологической операции, разрабатывать схемы измерений и контроля ПК-3.У.4 уметь определять этапы производственного процесса, оказывающие наибольшее влияние на качество изготавливаемых изделий ПК-3.В.2 владеть навыками выявления причин возникновения дефектов, вызывающих ухудшение качественных и количественных показателей продукции, разработки предложений по устранению дефектов ПК-3.В.3 владеть навыками разработки предложений по предупреждению и устранению брака изделий.

2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Физика»,
- «Электротехника»,
- «Математика. Теория вероятностей и математическая статистика»,
- «Метрология. Общая теория измерений»
- «Методы и средства измерений».

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

- «Метрологическая экспертиза»,
- «Автоматизированное проектирование измерительных систем»,
- «Испытания и контроль бортовых систем космических аппаратов».

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
		№7
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
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 7					
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.	3				10

Тема 1.4. Классификация основных состояний объекта. Тема 1.5. Номенклатура и классификация показателей надежности.					
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			10
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			20
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			20
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			14
Итого в семестре:	17	17			74
Итого	17	17	0	0	74

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	Тема 1.1. История развития теории надежности. Начальный этап развития теории надежности. Этап становления

	<p>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>
<p>Раздел 2. Количественные характеристики надежности</p>	<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</p>

	<p>мостиковая системы. Дерево отказов. Виды резервирования, оценка коэффициента выигрыша надежности.</p> <p>Тема 4.3. Статистическое моделирование структурной надежности.</p> <p>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.</p> <p>Понятие риска. Концепция анализа риска, матрица риска. Матрица критичности отказов. Рекомендации по выбору методов анализа риска.</p>
Раздел 5. Виды и планы испытаний на надежность	<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.</p> <p>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 интервальные оценки показателей надежности.</p>

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 7, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)	20	20
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	74	74

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/	50 экз.

	В.Ш. Сулаберидзе, В.А. Михеев, С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. – СПб.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2019. – 237 с.	
621.396.6.019. 3Т 33	Теоретические основы надежности электронной аппаратуры: учебн. пособие/ В. П. Ларин [и др.]; С.-Петерб. 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. учеб.заведений / В.В.Юркевич, А.Г.Схиртладзе. - М.: Издательский центр «Академия», 2011. - 304 с.	20 экз.
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; – 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	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
2.	Охарактеризуйте определение надежности по ГОСТ 27	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
3.	Как по вашему, чем отличаются единичные и комплексные показатели надежности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2

4.	Выделите термоактивируемые процессы	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
5.	Укажите поверхностные явления и дайте им краткую характеристику	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
6.	В чем состоят химические реакции, влияющие на процессы старения	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
7.	Укажите и охарактеризуйте основные виды механических разрушений	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
8.	Укажите и охарактеризуйте процессы изнашивания	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
9.	В чем состоит процесс старения материалов	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
10.	Чем характеризуются процессы теплового разрушения материалов и конструкций?	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
11.	Выделите основные процессы разрушения электрической природы	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
12.	Выделите основные процессы поглощения энергии излучений	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
13.	Приведите классификацию основных состояний объекта	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
14.	Приведите особенности и отличия исправного и неисправного состояния	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
15.	Приведите особенности и отличия работоспособного и неработоспособного состояния	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
16.	Приведите особенности и отличия поврежденного состояния	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
17.	Приведите особенности и отличия предельного состояния	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
18.	Укажите основные признаки отказа, критерии отказа	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
19.	Объясните, в чем состоит классификация показателей по свойствам надежности?	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
20.	Объясните, в чем состоит классификация показателей надежности по источнику информации	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
21.	Объясните, в чем состоит классификация показателей надежности	ПК-1.3.1

	по размерности?	ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
22.	Выделите основные показатели безотказности невосстанавливаемых объектов	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
23.	Выделите основные показатели безотказности восстанавливаемых объектов	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
24.	Выделите основные показатели долговечности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
25.	Выделите основные показатели ремонтпригодности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
26.	Выделите основные показатели сохраняемости	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
27.	Укажите основные комплексные показатели надежности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
28.	В чем состоят аналитические зависимости между показателями надежности?	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
29.	Выделите основные случайные события – зависимые и независимые	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
30.	Объясните порядок сложения и умножения вероятностей	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
31.	В чем состоят основные законы распределения случайных дискретных и непрерывных величин	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
32.	Объясните формулу Байеса условной вероятности	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
33.	Объясните элементы алгебры логики в теории вероятностей	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
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	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2
36.	В чем на ваш взгляд, состоит уравнение Колмогорова для состояний	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3

		ПК-1.В.2
37.	Объясните применение дерева отказов при анализе надежности	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
38.	Что вы узнали о структуре и принципах применения последовательной и параллельной схемы элементов надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
39.	В чем состоит мажоритарная система надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
40.	В чем состоит мостиковая схема элементов надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
41.	Объясните основные методы повышения надежности	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
42.	Объясните основные методы статистического моделирования структурной надежности системы	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
43.	Объясните вероятностную модель внезапного отказа	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
44.	Укажите особенности топологической модели анализа надежности	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
45.	Укажите особенности матрицы состояний и переходов	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
46.	Что вы узнали о преобразовании Лапласа в анализе надежности систем?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
47.	Приведите определение вероятностей состояний системы по графу	ПК-3.3.4

	состояний	ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
48.	Что вы узнали о рисках, их определении и классификации?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
49.	Выделите основные элементы матрицы риска и критичности отказов	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
50.	Объясните основные методы анализа риска в надежности систем	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
51.	Выделите и охарактеризуйте определительные испытания на надежность	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
52.	Выделите и охарактеризуйте контрольные испытания на надежность	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
53.	В чем состоят основные планы испытаний на надежность	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
54.	Объясните основные методы контроля показателей надежности	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
55.	В чем состоит и чем характеризуется одноступенчатый контроль надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
56.	В чем состоит и чем характеризуется последовательный контроль надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
57.	В чем состоит и чем характеризуется параметрические методы экспериментальной оценки показателей надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4

		ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
58.	В чем состоит и чем характеризуется непараметрические методы экспериментальной оценки показателей надежности?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
59.	Объясните точечное и интервальное оценивание показателей надежности	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3
60.	В чем состоит оценка ресурса системы по ресурсу элементов?	ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3

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
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>а) надежность; б) готовность; в) безотказность; г) сохраняемость.</p> <p>2. Дайте определение объекта в теории надежность</p> <p>а) разработка методов повышения качества, эффективности и безопасность объекта; б) 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;</p>	ПК-1.3.1 ПК-1.У.3 ПК-1.В.2

	<p>c) техническое средство определенного целевого назначения (изделие, система) – или его составная часть, рассматриваемое с точки зрения надежности на различных этапах жизненного цикла;</p> <p>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;</p> <p>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;</p> <p>c) техническое средство определенного целевого назначения (изделие, система) – или его составная часть, рассматриваемое с точки зрения надежности на различных этапах жизненного цикла;</p> <p>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;</p> <p>b) надежность;</p> <p>c) безотказность;</p> <p>d) живучесть.</p> <p>5. По отношению к внутренним источникам нарушений способность объекта сохранять его работоспособность определяет его:</p> <p>a) эффективность;</p> <p>b) надежность;</p> <p>c) безотказность;</p> <p>d) живучесть.</p> <p>6. По отношению к внешним источникам нарушений способность объекта сохранять его работоспособность определяет его:</p> <p>a) эффективность;</p> <p>b) надежность;</p> <p>c) безотказность;</p> <p>d) живучесть.</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</p> <p>b) поврежденное состояние;</p> <p>c) неработоспособное состояние;</p> <p>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;</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>2. К какой группе показателей надежности относятся групповые показатели?</p>	<p>ПК-3.3.4 ПК-3.У.3 ПК-3.У.4 ПК-3.В.2 ПК-3.В.3</p>

	<p>a) классификация по свойствам надежности;</p> <p>b) классификация по числу свойств надежности;</p> <p>c) классификация по числу характеризуемых объектов;</p> <p>d) классификация по размерности показателя.</p> <p>3. Как называется продолжительность или объем работы объекта?</p> <p>a) срок службы объекта;</p> <p>b) наработка;</p> <p>c) ресурс (технический ресурс);</p> <p>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;</p> <p>b) наработка;</p> <p>c) ресурс (технический ресурс);</p> <p>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;</p> <p>b) ремонтпригодность;</p> <p>c) долговечность;</p> <p>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;</p> <p>b) ремонтпригодность;</p> <p>c) долговечность;</p> <p>d) сохраняемость.</p> <p>7. Какой из вариантов не относится к показателям безотказности?</p> <p>a) интенсивность отказов;</p> <p>b) параметр потока отказов;</p> <p>c) интенсивность восстановления;</p> <p>d) средняя наработка до отказа</p>	
--	---	--

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