

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

Кафедра № 32

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

\_\_\_\_\_  
ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
О.Я. Солёная

(инициалы, фамилия)

\_\_\_\_\_  
  
(подпись)

«27» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки	13.03.02
Наименование направления подготовки	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Цифровая энергетика
Форма обучения	заочная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составила

<u>ст. преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>О.Б. Чернышева</u> (инициалы, фамилия)
--------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------

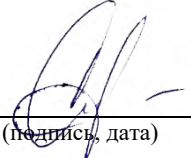
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«26» июня 2024 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 32

<u>к.т.н., доц.</u> (уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>С.В. Солёный</u> (инициалы, фамилия)
----------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------

Заместитель директора института №3 по методической работе

<u>ст. преподаватель</u> (должность, уч. степень, звание)	 (подпись, дата)	<u>Н.В. Решетникова</u> (инициалы, фамилия)
--------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

## Аннотация

Дисциплина «Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» направленности «Цифровая энергетика». Дисциплина реализуется кафедрой «№32».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с надёжностью эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов, их подсистем и отдельных модулей: анализом количественных характеристик надёжности и законов распределения отказов, методиками расчета надёжности резервированных и нерезервированных систем, подсистем и отдельных модулей, а также оценке технического состояния и работоспособности электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов.

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

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский».

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний по критериям надежности, статистическим оценкам надежности, методикам расчета надежности систем различной структуры, а также умения использовать эти знания, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в вопросах обеспечения безопасного функционирования электроэнергетического и электромеханического оборудования с заданными показателями надежности.

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-5 Способен проводить анализ и контроль параметров и условий работы отдельных компонентов электроэнергетической системы	ПК-5.Д.3 применяет специальные диагностические методы и средства для определения технического состояния и оценки надежности объектов профессиональной деятельности

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Математический анализ,
- Физика,
- Теория вероятностей и математическая статистика,
- Химия,
- Электроника,
- Микропроцессорная техника.

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

- Проектирование электроприводов,
- Технические риски при создании новой техники,
- Конструирование, расчет и проектирование ЭМ и ЭЭ устройств

## 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
		№9
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	3/ 108	3/ 108
<b>Из них часов практической подготовки</b>	10	10
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	20	20
в том числе:		
лекции (Л), (час)	10	10
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	10	10
лабораторные работы (ЛР), (час)		
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	88	88
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> дифф. зачет	Дифф. Зач.	Дифф. Зач.

#### 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)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 10					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности. Теоретические законы распределения отказов.	2	2			22
Раздел 2. Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем.	3	3			22
Раздел 3. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем.	3	3			20
Раздел 4. Основы теории марковских процессов для оценки показателей надежности электроэнергетического и электротехнического оборудования	2	2			24
Итого в семестре:	10	10			88
Итого	10	10	0	0	88

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

Раздел 1.	Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности: вероятность безотказной работы, вероятность отказов, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ. Теоретические законы распределения отказов. Экспоненциальный закон распределения, законы распределения Вейбулла, Гамма-распределение, усеченное нормальное распределение, распределение Рэлея.
Раздел 2.	Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем.
Тема 2.1.	Физические факторы воздействия, снижающие срок службы устройств и систем. Внешние и внутренние факторы, старение материалов, человеческий фактор.
Тема 2.2.	Типовые повреждения электрических машин и электромеханических устройств.
Тема 2.3.	Резервирование как средство повышения надежности устройств и систем. Виды структурного резервирования. Последовательные и параллельные структуры надежности. Резервирование по нагрузке.
Раздел 3.	Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем.
Тема 3.3.	Использование графов при анализе надёжности устройств и систем. Дерево отказов и дерево событий. Виды отказов.
Раздел 4.	Основы теории марковских процессов для оценки показателей надежности электроэнергетического и электротехнического оборудования.
Тема 4.1.	Основные понятия теории марковских процессов. Система уравнений Колмогорова. Размеченный граф состояния системы.
Тема 4.2.	Методы решения системы уравнений Колмогорова. Анализ состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования на основании решения системы уравнений. Коэффициент готовности системы.

#### 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 9					
1	Расчет наработки на отказ, вероятности отказа, вероятности безотказной работы вероятностной трактовке и по статистическим данным.	Решение типовых задач	2	2	1

2	Расчет надёжности резервированных систем при последовательном и параллельном соединении элементов.	Решение типовых задач	3	3	2
3	Исследование надёжности сложных технических систем	Решение типовых задач	3	3	3
4	Система уравнений Колмогорова для оценки надёжности системы	Решение типовых задач	2	2	4
Всего			10	10	

#### 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 9, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	58	58
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	10	10
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)	10	10
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	88	88

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)
	Волохов М.А., Косулин В.Д. Надежность технических систем. Учебное пособие, Издательство СПб ГУАП, 2014, 165 с.	30
	Фокин Ю.А., Туфанов В.А. Оценка надежности систем электроснабжения. – М.: Энергоиздат, 2015.	
	Методические указания для определения категорийности потребителей по надежности электроснабжения. URL: <a href="http://www//energo-cis.ru">www//energo-cis.ru</a>	
	Шевченко В.В. Основы электроэнергетики: учебное пособие для электротехнического профиля / В.В. Шевченко. – Харьков: ФОП Панов А.М., 2019.	
	Сафонов В.И. Надежность систем электроснабжения: Учебное пособие / В.И. Сафонов, П.В. Лонзингер – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2016.	

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
<a href="http://194.226.30/32/book.htm">URL:http://194.226.30/32/book.htm</a>	Библиотека Администрации Президента РФ [Электронный ресурс]
<a href="http://imin.urc.ac.ru">URL:http://imin.urc.ac.ru</a>	Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс].
<a href="http://www.rsl.ru">URL:http://www.rsl.ru</a>	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].
<a href="http://web.ido.ru">URL:http://web.ido.ru</a>	Электронная библиотека [Электронный ресурс].
<a href="http://gpntb.ru">URL:http://gpntb.ru</a>	Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс].
<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	Информационный портал «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]



## 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	Лекционная аудитория	21-21
2	Компьютерный класс	31-04

## 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
Дифференцированный зачёт	Список вопросов; Тесты; Задачи.

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	

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

### 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
	Учебным планом не предусмотрено	

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

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для дифф. Зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для дифф. зачета	Код индикатора
1	Понятия технической системы (ТС), надёжности ТС, отказов ТС по ГОСТ. Показатели надёжности ТС.	ПК-5.Д.3
2	Вероятность безотказной работы в вероятностной и статистической трактовке.	
3	Вероятность отказа в вероятностной и статистической трактовке.	
4	Плотность распределения наработки до отказа в вероятностной и статистической трактовке.	

5	Интенсивность отказов в вероятностной и статистической трактовке.	
6	Средняя наработка до отказа в вероятностной и статистической трактовке.	
7	Связь и сравнительная оценка критериев надежности для восстанавливаемых изделий.	
8	Параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий.	
9	Средняя наработка на отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.	
10	Коэффициенты готовности и вынужденного простоя отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.	
11	Зависимость интенсивности отказов ТС от времени.	
12	Законы распределения времени безотказной работы, применяемые в теории надежности.	
13	Экспоненциальный закон распределения.	
14	Усеченный нормальный закон распределения.	
15	Закон распределения Вейбулла.	
16	Закон распределения Релея.	
17	Закон распределения Пуассона.	
18	Структурное резервирование ТС, кратность резервирования. Нагрузочное (эксплуатационное) резервирование ТС.	
19	Виды структурного резервирования ТС.	
20	Понятия "надежность ТС" и "безопасность ТС"	
21	Методики, используемые при расчете надежности электротехнического оборудования.	
22	Основные этапы расчета надежности электротехнического оборудования.	
23	Преимущества расчета надежности ТС при использовании теории графов.	
24	Влияние человеческого фактора на надежность ТС.	
25	Факторы, влияющие на отказы ТС.	
26	Резервирование как метод повышения надежности ТС. Виды резервирования. Способы структурного резервирования.	
27	Резервирование как метод повышения надежности ТС. Расчет надежности ТС с постоянно включенным резервом и целой кратностью.	
28	Резервирование как метод повышения надежности ТС. Раздельное резервирование с постоянно включенным резервом. Основные показатели надежности.	
29	Резервирование как метод повышения надежности ТС. Общее резервирование с различными видами резерва (полный резерв, ненагруженный резерв, облегченный резерв).	
30	Моделирование надежности сложных систем. Последовательное соединение. Пример. Основные показатели надежности.	
31	Моделирование надежности сложных систем. Параллельное соединение. Пример. Основные показатели надежности.	
32	Мостиковые схемы. Алгоритм преобразования сложных схем. Показатели надежности одномостиковой схемы.	
33	Преобразование сложных схем типа «m» из «n». Вероятности отказа в безотказной работы.	
34	Восстанавливаемые системы. Интенсивность потока отказов и	

	интенсивность потока восстановления.	
35	Восстанавливаемые системы. Коэффициенты готовности и простоя. Связь параметров.	
36	Восстанавливаемые системы. Средний недопуск электроэнергии.	
37	Марковские случайные процессы. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Уравнения Колмогорова-Чепмена.	
38	Марковские случайные процессы. Связь между вероятностью безотказной работы, коэффициентом готовности и коэффициентом простоя для одноэлементной системы.	
39	Расчет показателей надежности с учетом ремонтных состояний и преднамеренных отключений элементов. Последовательное соединение.	
40	Расчет показателей надежности с учетом ремонтных состояний и преднамеренных отключений элементов. Параллельное соединение.	
41	Логико-вероятностный метод оценки надежности систем. Дерево отказов. Алгоритм построения дерева отказов. Алгоритм построения дерева событий.	
42	Ущерб от ненадежности ЭС. Цена риска.	
43	Внешние физические факторы воздействия на ТС (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).	
44	Факторы, приводящие к отказу ТС.	

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>Определите вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух последовательно соединенных элементов, если безотказность работы первого элемента <math>P_1(t)=0,8</math>, а второго <math>P_2(t)=0,5</math>.</p> <p>Выберите правильный ответ и обоснуйте его.</p> <p>a. 0,32 b. 0,5 c. 0,8 d. 0,4</p>	ПК-5.Д.3
2	<p>Определите вероятность безотказной работы системы, состоящей из двух параллельно соединенных элементов, если безотказность работы первого элемента <math>P_1(t)=0,7</math>; а второго - <math>P_2(t)=0,5</math>.</p>	ПК-5.Д.3

	<p>Выберите правильный ответ и обоснуйте его.</p> <p>a. 0,45 b. 0,55 c. 0,85 d. 0,95</p>	
3	<p>Установите соответствие между понятием и его сутью:</p> <p>Понятия:</p> <p>a. Долговечность – это: b. Безотказность – это: c. Ремонтпригодность – это: d. Сохраняемость – это:</p> <p>Суть понятия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов;</li> <li>2. свойство объекта сохранять значение показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортирования;</li> <li>3. свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени;</li> <li>4. свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин отказов, повреждений и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов;</li> </ol>	ПК-5.Д.3
4	<p>При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы системы равна:</p> <p>Выберите правильный ответ.</p> <p>a. произведению вероятностей безотказной работы всех параллельно соединённых элементов b. произведению вероятностей отказа всех параллельно соединённых элементов c. сумме вероятностей отказа всех параллельно соединённых элементов d. сумме вероятностей безотказной работы всех параллельно соединённых элементов</p>	ПК-5.Д.3
5	<p>Невосстанавливаемые объекты – это:</p> <p>Выберите правильный ответ.</p> <p>a. объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению; b. объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены c. объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены d. все ответы правильные</p>	ПК-5.Д.3
6	<p>Восстанавливаемые объекты – это:</p> <p>Выберите правильный ответ.</p> <p>a. объекты, работоспособность которых может быть восстановлена только путем замены b. объекты, работоспособность которых может быть восстановлена, в том числе и путем замены c. объекты, для которых работоспособность в случае возникновения отказа, не подлежит восстановлению</p>	ПК-5.Д.3

	d. все ответы правильные	
7	Вероятность того, что время появления отказа будет меньше заданного времени работы изделия называется: Выберите правильный ответ. a. вероятность безотказной работы b. плотность вероятности c. вероятность отказа d. интенсивность отказа	ПК-5.Д.3
8	Кратность резервирования $m=1$ означает: Выберите правильный ответ: a. двойное резервирование b. дублирование c. отсутствие резерва d. нет правильного ответа	ПК-5.Д.3
9	К единичным показателям надежности относятся: Выберите все правильные ответы. a. безотказность b. ремонтпригодность c. коэффициент готовности d. коэффициент технического использования	ПК-5.Д.3
10	Система имеет параллельную структурную схему надежности и состоит из $N$ элементов, восстанавливающих свою работоспособность после наступления отказа за конечное время. Формула, позволяющая определить коэффициент простоя для такой системы: Выберите правильный ответ. a. $K_{II}(t) = \sum_{i=1}^N K_{III}(t)$ b. $K_{II}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - K_{III}(t))$ c. $K_{II}(t) = \prod_{i=1}^N K_{III}(t)$ d. $K_{II}(t) = 1 + \sum_{i=1}^N K_{III}(t)$	ПК-5.Д.3
11	Система, состоит из 6000 элементов, интенсивность отказов каждого элемента составляет $\lambda = 5,4 \times 10^{-5}$ 1/час. Определите вероятность безотказной работы после 100 часов работы.	ПК-5.Д.3
12	Система, состоит из 6000 элементов, интенсивность отказов каждого элемента составляет $\lambda = 5,4 \times 10^{-5}$ 1/час. Определите вероятность отказа после 100 часов работы.	ПК-5.Д.3
13	Суммарная наработка изделия за рассматриваемый период составила 2560 час, а суммарное время, затраченное на его ремонт и техническое обслуживание, составило: $T_r = 120$ час; $T_{то} = 40$ часов, то коэффициент технического использования равен: Укажите ответ с двумя знаками после запятой.	ПК-5.Д.3
14	Система состоит из двух элементов, интенсивности отказов которых равны: $\lambda_1 = 0,02$ ; $\lambda_2 = 0,05$ . Определите вероятность того, что за период $t = 6$ ч. оба элемента не откажут: Укажите ответ с двумя знаками после запятой.	ПК-5.Д.3
15	Установите соответствие между свойствами надежности и	ПК-

	их показателями. В ответе на против каждой цифры запишите соответствующую букву:	5.Д.3																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Величина</th> <th colspan="2">Определяемый параметр</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1)</td> <td>Безотказность</td> <td>А)</td> <td>средний срок сохраняемости</td> </tr> <tr> <td>2)</td> <td>ремонтпригодность</td> <td>Б)</td> <td>интенсивность отказов</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>В)</td> <td>вероятность восстановления</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Г)</td> <td>частота отказов</td> </tr> </tbody> </table>	Величина		Определяемый параметр		1)	Безотказность	А)	средний срок сохраняемости	2)	ремонтпригодность	Б)	интенсивность отказов			В)	вероятность восстановления			Г)	частота отказов	
Величина		Определяемый параметр																				
1)	Безотказность	А)	средний срок сохраняемости																			
2)	ремонтпригодность	Б)	интенсивность отказов																			
		В)	вероятность восстановления																			
		Г)	частота отказов																			
16	<p>Установите соответствие между показателями надежности и их характеристиками:</p> <p><u>Показатели:</u></p> <p>1 Единичные показатели 2 Комплексные показатели</p> <p><u>Характеристики:</u></p> <p>a. вероятность отказа b. коэффициент готовности c. среднее время наработки на отказ d. коэффициент сохранения эффективности e. среднее время восстановления f. коэффициент технического использования g. вероятность безотказной работы h. интенсивность отказа</p>	ПК-5.Д.3																				
17	<p>Отказ, возникающий в результате кратковременного скачкообразного изменения значения основного параметра объекта без выхода за область работоспособных состояний называется...</p> <p>Вставьте пропущенное слово.</p>	ПК-5.Д.3																				
18	<p>Соединение, при котором отказ любого элемента приводит к отказу всей системы называется...</p> <p>Вставьте пропущенное слово.</p>	ПК-5.Д.3																				
19	<p>Система состоит из трех последовательно соединенных элементов: А, В и С. В некоторый момент времени вероятности безотказной работы этих элементов составили 0,8, 0,7 и 0,5. Определите вероятность безотказной работы всей системы.</p> <p>Ответ дать с точность до двух знаков после запятой.</p>	ПК-5.Д.3																				
20	<p>Выберите правильные последовательности основных законов распределения случайных величин, используемых в теории надежности:</p> <p>a. Гаусса, Ньютона, Вейбулла; b. Гаусса, Вейбулла, экспоненциальный; c. нормальный, Вейбулла, параболический; d. Гаусса, Рэля, Ньютона;</p>	ПК-5.Д.3																				
21	<p>Установите соответствие определений для каждого из терминов надёжности. В ответе напротив каждой цифры напишите соответствующую букву.</p> <p>Основные термины:</p> <p>1) Срок службы 2) Безотказность 3) Долговечность 4) Ресурс работы</p>	ПК-5.Д.3																				

	<p>Определения:</p> <p>А) свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени</p> <p>Б) свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния</p> <p>В) наработка прибора в часах от момента начала эксплуатации до его отказа</p> <p>Г) календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния</p> <p>Д) свойство прибора сохранять неработоспособность до достижения им предельного состояния</p>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Критерии оценивания результатов тестирования:

1. Для заданий закрытого типа на установление соответствия:
  - полное соответствие с правильными ответами - 1 балл;
  - неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
2. Для заданий комбинированного типа с выбором одного верного ответа из предложенных:
  - полное совпадение с верным ответом - 1 балл;
  - неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
3. Для заданий комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных:
  - полное совпадение с верным ответом - 1 балл;
  - неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.
4. Для заданий открытого типа с развернутым ответом:
  - ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте - 3 балла;
  - допущена одна ошибка, неточность или ответ правильный, но не полный - 1 балл;
  - допущено более 1 ошибки, дан неправильный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.
5. Для заданий закрытого типа на установление последовательности:
  - полное совпадение с верным ответом - 1 балл;
  - неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов.

Студенту предлагается ответить на 10 вопросов, отсортированных случайным образом с ограничением по времени. Студент получает зачет, если количество правильных ответов не менее 8.

Результаты тестирования учитываются при проведении промежуточной аттестации.

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

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
1	Оценка показателей надежности технических систем
2	Расчет структурной схемы надежности.

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:

Лекционный материал в полном объеме излагается в лекционной аудитории согласно расписанию. Для более полного и глубокого ознакомления студентов с материалами лекции, ее электронная версия размещается в Личном кабинете в разделе «Материалы».

### 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

Все студенты должны быть ознакомлены с темами практических занятий, приведенными в таблице 5. 2.

Практические занятия целесообразно проводить по темам, предварительно изученными студентами на лекциях или самостоятельно. 3.

В начале каждого практического занятия необходимо провести тестовый контроль подготовки студентов к этому занятию, воспользовавшись вопросами тестового контроля, приведенными в таблице 18.

4. С целью повышения эффективности практических занятий необходимо изучение каждой темы сопровождать решением задач. Темы практических занятий приведены в таблице 5.

5. При проведении практических занятий необходимо обращать внимание студентов на методики расчета электрических приводов, а при решении студентами практических задач необходимо акцентировать внимание на ошибки, допускаемые студентами, предлагать им найти более оптимальный путь решения задачи и т.п.

#### 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.

Проведение текущего контроля успеваемости осуществляется с помощью тестов, приведенных в таблице 18. Оценивание текущего контроля успеваемости оценивается по системе зачет/ не зачет. Положительный результат текущего контроля успеваемости дает студенту дополнительный балл при проведении промежуточной аттестации.

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:

– дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Промежуточная аттестация оценивается по результатам текущего контроля успеваемости. В случае, если студент по уважительной причине не выполнил требования текущего контроля, ему предоставляется возможность сдать задолженности по пропущенным темам. Форма проведения промежуточной аттестации – письменная.

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