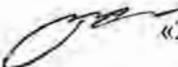


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

---

Кафедра №32

«УТВЕРЖДАЮ»  
Руководитель направления  
д.т.н., проф.  
(должность, уч. степень, звание)  
В.Ф. Шиштак  
(подпись)

 «28» мая 2019 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код направления	16.03.01
Наименование направления/ специальности	Техническая физика
Наименование направленности	Физические методы контроля качества и диагностики
Форма обучения	очная

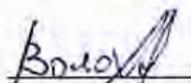
Санкт-Петербург 2019 г.

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
 подпись, дата

22.05.2019

М.А. Волохов

инициалы, фамилия

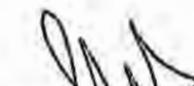
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

« 22 » мая 2019 г, протокол № 8

Заведующий кафедрой № 32

проф., д.т.н., проф.

должность, уч. степень, звание

  
 подпись, дата

22.05.2019

А.Л. Ронжин

инициалы, фамилия

Ответственный за ОП 16.03.01(01)

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
 подпись, дата

28.05.2019

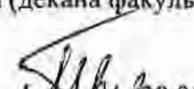
М.В. Бураков

инициалы, фамилия

Заместитель директора института (декана факультета) № 3 по методической работе

доц., к.т.н., доц.

должность, уч. степень, звание

  
 подпись, дата

28.05.2019

М.В. Бураков

инициалы, фамилия

## Аннотация

Дисциплина «Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов» входит в вариативную часть образовательной программы подготовки обучающихся по направлению 16.03.01 «Техническая физика» направленность «Физические методы контроля качества и диагностики». Дисциплина реализуется кафедрой №32.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника

общефессиональных компетенций:

ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»;

профессиональных компетенций:

ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»,

ПК-11 «способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией надёжности электромеханических и электроэнергетических систем: анализом количественных характеристик надёжности и законов распределения отказов, методиками расчета надёжности резервированных и нерезервированных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, консультации, самостоятельную работу студентов.

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

Общая трудоёмкость 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 а их профессиональной деятельности. Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в вопросах обеспечения функционирования электромеханических и электроэнергетических систем с заданными показателями надежности.

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями: ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»:

знать - методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

уметь – применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач обеспечения надежности в электроэнергетике и электротехнике;

владеть навыками - решения задач обеспечения надежности в электроэнергетике и электротехнике;

иметь опыт деятельности – по применению методов математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач обеспечения надежности в электроэнергетике и электротехнике.

ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»:

знать - современные информационные технологии, пакеты прикладных программ в предметной области для расчета параметров надежности;

уметь – использовать современные информационные технологии, пакеты прикладных программ в предметной области для расчета параметров надежности;

владеть навыками – работы с пакетами прикладных

программ в предметной области для расчета параметров надежности;

иметь опыт деятельности – по расчету параметров надежности ТС с помощью современных информационных технологий.

ПК-11 «способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности»:

знать – существующие нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий ;

уметь - использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа для расчета параметров надежности ТС;

владеть навыками - расчета параметров надежности ТС с использованием нормативных документов по качеству, стандартизации и сертификации изделий;  
иметь опыт деятельности – по экономическому анализу мероприятий по обеспечению надежности и безопасности функционирования ТС.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении следующих дисциплин:

- Математика;
- Теория вероятностей и математическая статистика;
- Физика;
- Химия;
- Электроника;
- Информационные технологии.

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

- Накопители электромагнитной энергии;
- Технические риски при создании новой техники;
- Подготовка ВКРБ.

## 3. Объем дисциплины в ЗЕ/академ. час

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 1

Таблица 1 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№7
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/(час)</b>	3/108	3/ 108
<i>Аудиторные занятия, всего час.,</i>	68	68
<i>В том числе</i>		
лекции (Л), (час)	34	34
Практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17

курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
Экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа,</b> всего	40	40
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, экзамен, дифференцированный зачет <b>(Зачет. Экз. Дифф. зач)</b>	Дифф. Зач.	Дифф. зач.

#### 4. Содержание дисциплины

##### 4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий

Разделы и темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2. – Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции и	ПЗ (СЗ)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 7					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности. Теоретические законы распределения отказов.	8	4	4		15
Раздел 2. Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем.	8	4	4		15
Тема 2.1. Физические факторы воздействия, снижающие срок службы устройств и систем.					
Тема 2.2. Типовые повреждения электрических машин и электромеханических устройств.					
Тема 2.3. Резервирование как средство повышения надежности устройств и систем. Виды					

структурного резервирования. Резервирование по нагрузке.					
Раздел 3. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем.	14	8	8		10
Тема 3.1. Ориентировочный расчет надежности .					
Тема 3.2. Уточнённый расчет надежности.					
Тема 3.3. Использование графов при анализе надёжности устройств и систем.					
Раздел 4. Методика ускоренных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования для оценки показателей надежности.	2				
Раздел 5. Методика определения количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.	2	1	1		
Итого за семестр, час.	34	17	17		40
Всего, час.	34	17	17		40

#### 4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 3.

Таблица 3 - Содержание разделов и тем лекционных занятий

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.
-----------	--

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, ошибки человека.
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 3.1.	Ориентировочный расчет надежности .
Тема 3.2.	Уточнённый расчет надежности.
Тема 3.3.	Использование графов при анализе надёжности устройств и систем.
Раздел 4.	Методика ускоренных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования для оценки показателей надежности.
Раздел 5.	Методика определения количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.

### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 7				

1.	Критерии надежности невосстанавливаемых изделий. Расчет наработки на отказ, интенсивности отказов, вероятности отказа, вероятности безотказной работы для восстанавливаемых изделий в вероятностной трактовке и по статистическим данным.	Решение задач по теме	2	1
2.	Критерии надежности восстанавливаемых изделий. Расчет параметра потока отказов, наработки на отказ, интенсивности отказов, коэффициента готовности, вероятности безотказной работы для восстанавливаемых изделий в вероятностной трактовке и по статистическим данным.	Решение задач по теме.		1
3.	Законы распределения времени безотказной работы. Расчет характеристик надежности изделия при разных законах распределения.	Решение задач по теме.	2	1
4.	Структурное резервирование систем. Расчет надёжности резервированных систем.	Решение задач по теме.	4	2,3
5.	Ориентировочный расчет	Решение задач по	2	3

	надёжности систем с основным соединением элементов.	теме.		
6.	Ориентировочный расчет надёжности структурно резервированных систем.	Решение задач по теме.	2	3
7.	Эксплуатационное резервирование. Уточнённый расчёт надёжности систем с основным соединением элементов и структурно резервированных систем.	Решение задач по теме.	5	3
8.	Оценка показателей надёжности систем по результатам ускоренных испытаний.	Решение задач по теме.		4
9.	Определение количества запасных частей оборудования при необходимости его ремонта.	Решение задач по теме.		5
Все го:			17	

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость , (час)	№ раздела дисципли ны
Семестр 7			
1	Исследование характеристик надежности ТС с помощью пакета прикладных программ MatLab	4	1
2	Исследование характеристик надежности ТС с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel при законе распределения времени безотказной работы	4	1

	Вейбулла		
3	Исследование характеристик надежности ТС с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel при законе распределения времени безотказной работы Релея	4	1
4	Исследование характеристик надежности ТС с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel при усеченном нормальном законе распределения времени безотказной работы	4	1
5	Итоговое занятие	1	1,2,3
Всего:		17	

#### 4.5. Курсовое проектирование (работа)

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа студентов

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 7, час
1	2	3
<b>Самостоятельная работа, всего</b>	40	40
изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	36	36
курсовое проектирование (КП, КР)		
расчетно-графические задания (РГЗ)		
выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю (ТК)	4	4
домашнее задание (ДЗ)		
контрольные работы заочников (КРЗ)		

**5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю);**

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы студентов указаны в п.п. 6.1, 6.2.

**6. Перечень основной и дополнительной литературы**

**6.1. Основная литература**

Перечень основной литературы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень основной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка / URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Шишмарев В.Ю. Надежность технических систем. Издательство Академия. ,2010, 304 с.	3
	Волохов М.А., Косулин В.Д. Надежность технических систем. Учебное пособие. Издательство СПб ГУАП, 2014, 165 с.	100
62/083/ - Н17	Гнеденко Б.В., ред. Надежность и эффективность в технике. Т.2. – М.: Машиностроение, 1987. – 280 с.	3
6П5.2 Р47	Решетов Д.Н. и др. Работоспособность и надежность деталей машин. Учебное пособие для ВУЗов. - М.: Высшая школа, 1974. 206 с.	2

**6.2. Дополнительная литература**

Перечень дополнительной литературы приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень дополнительной литературы

Шифр	Библиографическая ссылка/ URL адрес	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Рябинин Н.А. Надежность и безопасность структурно- сложных систем. Издательство СПб ГУ, 2007, 278 с.	3
629.7 П22	Пашков В.П. и др. Конструирование и технология измерительно- вычислительных комплексов ЛА. – СПб.: ЛИАП, 1991. – 100 с.	10

### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины**

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети ИНТЕРНЕТ, необходимых для освоения дисциплины

URL адрес	Наименование
	Не предусмотрено

### **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

#### **8.1. Перечень программного обеспечения**

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
1	Пакет MatLab
2	Пакет Microsoft Excel

#### **8.2. Перечень информационно-справочных систем**

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Состав материально-технической базы 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	21-28
2	Компьютерный класс	21-23

**10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

10.1. Состав фонда оценочных средств приведен в таблице 13

Таблица 13 - Состав фонда оценочных средств для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных средств
Дифф. зачет	Список вопросов к дифф. зачету; Тестовые вопросы;

10.2. Перечень компетенций, относящихся к дисциплине, и этапы их формирования в процессе освоения образовательной программы приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам/практикам в процессе освоения ОП
ОПК-2 «способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности»	
1	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра
1	Введение в направление
1	Математика. Математический анализ
1	Дискретная математика
2	Математика. Математический анализ
2	Химия
2	Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра

3	Прикладная механика
3	Теоретическая механика
3	Электротехника
3	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
4	Прикладная механика
4	Электротехника
4	Электроника
4	Математика. Теория вероятностей и математическая статистика
5	Математические методы моделирования физических процессов
5	Теория автоматического управления
5	Электроника
6	Математические методы моделирования физических процессов
6	Теория автоматического управления
7	Методы идентификации информационных сигналов
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Теория автоматического управления
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
8	Методы идентификации информационных сигналов
ПК-10 «способность применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров»	
2	Химия
3	Теоретическая механика
4	Информационные технологии
5	Численные методы технической физики
5	Теория автоматического управления
6	Теория автоматического управления
6	Базы данных
6	Информационные сети и телекоммуникации
6	Экспериментальные методы исследований
6	Схемотехника средств контроля
7	Контроль качества и испытания продукции
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Теория автоматического управления
7	Методы идентификации информационных сигналов
7	Информационные технологии и системы в электромеханике и электроэнергетике
8	Методы идентификации информационных сигналов

8	Накопители электромагнитной энергии
ПК-11 «способность использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности»	
2	Экономика
3	Материаловедение
3	Теоретическая механика
4	Метрология, стандартизация и сертификация
6	Экспериментальные методы исследований
7	Контроль качества и испытания продукции
7	Надежность электромеханических и электроэнергетических систем и комплексов
7	Диагностика электромеханических устройств
8	Технико-экономические риски при создании новой техники

10.3. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала модульно–рейтинговой системы университета. В таблице 15 представлена 100–балльная и 4–балльная шкалы для оценки сформированности компетенций.

Таблица 15 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции		Характеристика сформированных компетенций
100-балльная шкала	4-балльная шкала	
$85 \leq K \leq 100$	«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>
$70 \leq K \leq 84$	«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>
$55 \leq K \leq 69$	«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>

$K \leq 54$	«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>
-------------	---------------------------------------	---

10.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

1. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

10.5. Типовые контрольные задания или иные материалы:

2. Вопросы для дифф. зачета (таблица 16)

Таблица 16 – Вопросы для дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов для дифф. зачета
1	Понятия технической системы (ТС), надёжности ТС, отказов ТС по ГОСТ. Показатели надёжности ТС.
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 надёжности для восстанавливаемых изделий.
8	Вероятности восстановления и невозможности восстановления, плотность распределения времени восстановления, интенсивность восстановления для восстанавливаемых изделий.
9	Параметр потока отказов для восстанавливаемых изделий.
10	Средняя наработка на отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.

11	Коэффициенты готовности и вынужденного простоя отказ для восстанавливаемых изделий в статистической трактовке.
12	Зависимость интенсивности отказов ТС от времени.
13	Законы распределения времени безотказной работы, применяемые в теории надежности.
14	Экспоненциальный закон распределения.
15	Усеченный нормальный закон распределения.
16	Закон распределения Вейбулла.
17	Закон распределения Релея.
18	Закон распределения Пуассона.
19	Структурное резервирование ТС, кратность резервирования. Нагрузочное (эксплуатационное) резервирование ТС.
20	Виды структурного резервирования ТС.
21	Расчет надежности ТС с постоянно включенным резервом.
22	Расчет надежности ТС с резервированием замещением.
23	Внешние физические факторы воздействия на ТС (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).
24	Старение материалов как фактор физического воздействия.
25	Кривые распределения случайных величин при износных явлениях.
26	Ошибки человека-оператора как фактор внешнего воздействия на ТС.
27	Дерево вероятностей успешного и ошибочного выполнения задания оператором.
28	Расчет надежности ТС с последовательной структурой.
29	Расчет надежности ТС с параллельной структурой.
30	Преобразование сложных структур надежности.
31	Ориентировочный расчет надежности невосстанавливаемых ТС с основным включением элементов.

32	Ориентировочный расчет надежности невосстанавливаемых ТС с резервирование надежности невосстанавливаемых ТС.
33	Уточненный расчет надежности невосстанавливаемых ТС.
34	Дерево отказов ТС и его использование при расчете надежности.
35	Дерево событий ТС и его использование при расчете надежности.
36	Оценка показателей надежности ТС по результатам ускоренных испытаний.
37	Определение количества необходимых запасных частей оборудования для обеспечения его работы в течение установленного периода эксплуатации.

### 3. Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 17)

Таблица 17 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Учебным планом не предусмотрено

### 4. Темы и задание для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта (таблица 18)

Таблица 18 – Примерный перечень тем для выполнения курсовой работы / выполнения курсового проекта

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

### 5. Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 19)

Таблица 19 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
1	Дайте определение вероятности безотказной работы ТС.

2	Дайте определение вероятности отказа.
3	Дайте определение интенсивности отказов.
4	Дайте определение плотности вероятности безотказной работы.
5	Дайте определение средней наработки на отказ.
6	Дайте определение восстанавливаемых и невосстанавливаемых ТС.
7	Назовите способы структурного резервирования ТС.
8	Назовите способы нагрузочного (эксплуатационного) резервирования ТС.
9	Перечислите внешние и внутренние факторы физического воздействия на ТС.
10	Дайте определение деревьям отказа и событий ТС.
11	Поясните, как влияет старение материалов на характеристики надежности ТС.
12	Поясните, как влияют ошибки оператора на характеристики надежности ТС.

6. Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (таблица 20)

Таблица 20 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
1	Решение задач на определение критериев надежности невосстанавливаемых изделий.
2	Решение задач на определение критериев надежности восстанавливаемых изделий.
3	Решение задач на определение критериев надежности резервированных и нерезервированных систем.
4	Применение методики ориентировочного расчета надежности резервированных и нерезервированных систем.
5	Применение методики уточненного расчета надежности

	резервированных и нерезервированных систем.
6	Решение задач на определение критериев надежности изделий методом графов.

10.6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и / или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в Положениях «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

### **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний в области расчета надежности устройств и систем электротехники, электромеханики и энергетики, а также умения и навыков использования этих методов, 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 надежного функционирования, методах расчета критериев надежности устройств и систем. Уровень освоения должен позволять студентам находить подходы к проектированию надежно функционирующих устройств и систем.

### **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 только в том, чтобы получить достаточную информацию по теме, но также 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 – математических методов исследования в электромеханике, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимся 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 интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- обучение методической обработке материала (выделение главных мыслей и положений, получение конкретных выводов);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала для лучшего раскрытия отдельных тем.

Структура представления лекционного материала:

- в каждом разделе даются теоретические сведения, необходимые для его понимания и освоения;
- рассматриваются примеры решения задач применительно к устройствам и системам электромеханики, закрепляющие полученные теоретические знания.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий.**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса. Практические занятия заключаются 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 практических занятий является привитие обучающимся умений и навыков практической исследовательской и проектной деятельности в области электромеханики.

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 исследования и проектирования устройств и систем электромеханики;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Функции практических занятий:

- познавательная;

- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых обучающимися заданий практические занятия могут рассматриваться как:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (имитационное моделирование);
- в неинтерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач).

## **Методические указания по прохождению лабораторных работ.**

### **Задание и требования к проведению лабораторных работ**

Студенты выполняют лабораторные работы по заданию, выданному преподавателем. Задание выдается индивидуально каждому студенту или малой группе из 2-3 студентов.

### **Структура и форма отчета о лабораторной работе**

Структура и форма отчета должна соответствовать требованиям НД ГУАП.

### **Требования к оформлению отчета о лабораторной работе**

Отчет должен быть оформлен в виде твердой копии в соответствии с требованиями НД ГУАП.

## **11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы.**

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

Самостоятельная работа включает изучение теоретического материала. Виды самостоятельной работы, её трудоёмкость приведены в таблице 6 данной РПД.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающихся формируется умение целесообразно планировать рабочее время, что позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых

знаний, обеспечивает более высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методические материалы, направляющие самостоятельную работу обучающихся, приведены в списках основной и дополнительной литературы.

### **Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя зачет – форму оценки знаний, полученных обучающимся в ходе изучения учебной дисциплины в целом или промежуточная (по окончании семестра) оценка знаний обучающимся по отдельным разделам дисциплины с аттестационной оценкой «зачтено» или «не зачтено».

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

## 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