

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

проф., д.т.н., проф.

(должность, уч. степень, звание)

А.Л. Ронжин



(инициалы, фамилия)

(подпись)

«23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

Код направления подготовки/ специальности	13.03.02
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроэнергетика и электротехника
Наименование направленности	Электромеханика
Форма обучения	очно-заочная

Санкт-Петербург– 2021

## Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил(а)

Ст. преподаватель

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

О.Б. Чернышева

(инициалы, фамилия)

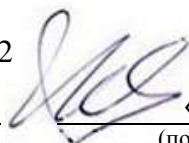
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«26» мая 2021 г, протокол № 10

Заведующий кафедрой № 32

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

«26» мая 2021 г

(подпись, дата)

А.Л. Ронжин

(инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(01)

доц., к.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)

Заместитель Директора института №3 по методической работе

доц., к.э.н

(должность, уч. степень, звание)



(подпись, дата)

Г.С. Армашова-Тельник

(инициалы, фамилия)

### Аннотация

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

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-3 «Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов»

ПК-4 «Способен оценивать техническое состояние, поддержание и восстановление работоспособности электроэнергетического и электромеханического оборудования»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией надёжности 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, лабораторные работы, 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-3 Способность участвовать в эксплуатации электроэнергетических и электромеханических систем и комплексов	ПК-3.3.1 знать правила и нормативные документы по эксплуатации электротехнического оборудования ПК-3.В.1 владеть навыками по организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования электро-энергетических и электромеханических систем и комплексов
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен оценивать техническое состояние, поддержание и восстановление работоспособности электроэнергетического и электромеханического оборудования	ПК-4.3.1 знать способы оценки вероятности возникновения потенциальной опасности в электроустановке и меры по ее предупреждению ПК-4.У.1 уметь оценивать техническое состояние электротехнического оборудования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

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

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и используются 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>	34	34
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	51	51
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)	17	17
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)		
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	57	57
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	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) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
<b>Семестр 9</b>					
Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности. Теоретические законы распределения отказов.	2	2	4		12
Раздел 2. Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем.	6	6	6		12
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.	4	4	3		12
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. Основы теории марковских процессов для оценки показателей надежности электроэнергетического и электротехнического оборудования .	5	5	4		21
Тема 4.1. Основные понятия теории марковских процессов. Система уравнений Колмогорова.					
Тема 4.2. Методы решения системы уравнений Колмогорова. Анализ состояния электроэнергетического и электротехнического оборудования на основании решения системы уравнений.					
Итого в семестре:	17	17	17		57
Итого	17	17	17	0	57

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 3.1.	Ориентировочный расчет надежности .
Тема 3.2.	Уточнённый расчет надежности.
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	1	Раздел 1
2	Расчет надёжности резервированных систем при последовательном соединении элементов.	Решение типовых задач	2	1	Раздел 2
3	Расчет надёжности резервированных систем при параллельном соединении элементов.	Решение типовых задач	2	1	Раздел 2
4	Расчет надёжности резервированных систем при комбинированном соединении	Решение типовых задач	2	1	Раздел 2

	элементов.				
5	Ориентировочный расчет надежности .	Решение типовых задач	2	1	Раздел 3
6	Уточненный расчет надежности.	Решение типовых задач	2	1	Раздел 3
7	Составление размеченного графа состояний системы.	Решение типовых задач	2	1	Раздел 4
8	Система уравнений Колмогорова для оценки надежности системы	Решение типовых задач	3	1	Раздел 4
Всего			17		

#### 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
Семестр 9				
1	Законы распределения времени безотказной работы. Оценка показателей надежности системы при разных законах распределения.	4	1	Раздел 1
2	Исследование показателей надежности резервированных невосстанавливаемых систем.	3	1	Раздел 2
3	Исследование показателей надежности нерезервированных восстанавливаемых систем.	3	1	Раздел 2
4	Моделирование деревьев отказа и деревьев событий.	3	1	Раздел 3
5	Исследование системы при помощи марковских случайных процессов.	4	1	Раздел 4
Всего		17		

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	42	42



дисциплины (ТО)		
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	5	5
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	10	10
Всего:	57	57

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]
URL:http://imin.urc.ac.ru	Виртуальные библиотеки [Электронный ресурс].
URL:http://www.rsl.ru	Российская национальная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://web.ido.ru	Электронная библиотека [Электронный ресурс].
URL:http://gpntb.ru	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	21-18
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;

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	
«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 зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код
-------	---	-----

		индикатора
1	Понятия технической системы (ТС), надёжности ТС, отказов ТС по ГОСТ. Показатели надёжности ТС.	ПК-3.3.1
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, 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 надёжности.	
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	Понятия "надёжность ТС" и "безопасность ТС"	
22	Методики, используемые при расчете надёжности электротехнического оборудования.	ПК-3.В.1
23	Основные этапы организации технического обслуживания электрооборудования электро-энергетических и электромеханических систем и комплексов.	
24	Как влияют профилактические работы на надёжность электрооборудования электро-энергетических и электромеханических систем и комплексов.	
25	Основные виды ремонта электро-энергетических и электромеханических систем и комплексов..	
26	Допущения при ориентировочном расчете надёжности электротехнического оборудования.	
27	Основные этапы расчета надёжности электротехнического	

	оборудования.	
28	Преимущества расчета надежности ТС при использовании теории графов.	
29	Влияние человеческого фактора на надежность ТС.	
30	Факторы, влияющие на отказы ТС.	
31	Каким образом воздействует температура на работоспособность?	
32	Расчета ТС с приводимой структурой.	
33	Перечислите этапы решения задачи определения уровня надежности ТС по данным эксплуатации.	ПК-4.3.1
34	Оценка вероятности возникновения потенциальной опасности в электроустановке.	
35	Основные параметры оценки технического состояния электротехнического оборудования.	
36	Меры по предупреждению потенциальной опасности в электроустановке.	
37	Порядок подготовки исходных данных об отказах объектов.	
38	План испытаний и его виды.	
39	Критерии оценки согласованности экспериментального и теоретического законов распределения.	
40	Доверительная вероятность и уровень значимости при статистической оценке параметров надежности электротехнического оборудования.	
41	Методы статистического контроля качества эксплуатации электротехнического оборудования, их особенности и области применения.	
42	Этапы реализации планов контрольных испытаний	
43	Дерево отказов ТС и его использование при расчете надежности.	
44	Дерево событий ТС и его использование при расчете надежности.	
45	Оценка показателей надежности ТС по результатам ускоренных испытаний.	
46	Определение количества необходимых запасных частей оборудования для обеспечения его работы в течение установленного периода эксплуатации.	
47	Внешние физические факторы воздействия на ТС (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия).	
48	Факторы, приводящие к отказу ТС.	ПК-4.У.1
49	Оценка риска (уровень риска) при функционировании электротехнического оборудования.	
50	Связь между уровнем риска и затратами на обеспечение безопасности ТС	
51	Инженерный метод прогнозирования опасностей.	
52	Экспертный метод прогнозирования 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	На какие электроустановки распространяются требования Правил устройства электроустановок?	ПК-3.3.1
2	Как делятся электроустановки по условиям электробезопасности?	
3	Какая ответственность предусмотрена за нарушение правил и норм при эксплуатации электроустановок?	
4	Чем должны быть укомплектованы электроустановки?	
5	Что должен сделать работник, заметивший неисправности электроустановки или средств защиты?	
6	Что понимается под нормальным режимом эксплуатации электроустановки?	
7	Что понимается под аварийным режимом эксплуатации электроустановки?	
8	Что понимается под послеаварийным режимом работы электроустановки?	
9	Что понимается под ремонтным режимом работы электроустановки?	
10	Что понимается под ремонтным режимом работы электроустановки?	
11	В чем заключается техническое обслуживание электрических машин: обслуживание систем и узлов синхронных генераторов и компенсаторов?	ПК-3.В.1
12	В чем заключается техническое обслуживание силовых трансформаторов и автотрансформаторов?	
13	Устройство и принцип действия силовых трансформаторов.	
14	В чем заключается техническое обслуживание коммутационных аппаратов, измерительных трансформаторов, сборных шин и изоляторов?	
15	Принцип действия и устройство машины постоянного тока.	
16	Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи (ЛЭП).	
17	Причины аварий и отказов.	
18	Причины неожиданных повреждений оборудования.	
19	В чем заключается визуально-оптический метод технической диагностики электрооборудования?	
20	В чем заключается тепловизионный метод технической диагностики электрооборудования? Что такое техническая диагностика?	
22	Что такое техническое диагностирование?	
23	Что такое экспресс-диагностирование?	

24	Что такое прогнозирование технического состояния?	
25	Дайте определение вероятности безотказной работы ТС.	ПК-4.3.1
26	Дайте определение вероятности отказа.	
27	Дайте определение интенсивности отказов.	
28	Дайте определение плотности вероятности безотказной работы.	
29	Дайте определение средней наработки на отказ.	
30	Дайте определение восстанавливаемых и невосстанавливаемых ТС.	
31	Назовите способы структурного резервирования ТС.	
32	Назовите способы нагрузочного (эксплуатационного) резервирования ТС.	
33	Перечислите внешние и внутренние факторы физического воздействия на ТС.	
34	Дайте определение деревьям отказа и событий ТС.	
35	Поясните, как влияет старение материалов на характеристики надежности ТС.	
36	Поясните, как влияют ошибки оператора на характеристики надежности ТС.	
37	Дайте определение коэффициента готовности электротехнического оборудования.	
38	Дайте определение коэффициента вынужденного простоя электротехнического оборудования.	
39	Дайте определение коэффициента технического использования электротехнического оборудования.	
40	Дайте определение среднего недоотпуска электроэнергии.	
41	Что включает в себя экономический ущерб от ненадежности?	
42	Силовой трансформатор в городской электрической сети работает в течение времени $T$ , которое является случайной величиной и распределено по показательному закону с плотностью $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ при $t \geq 0$ . По истечении времени $E$ вследствие роста нагрузки, повреждения его или других причин, трансформатор заменяют другим. Определить среднюю продолжительность эксплуатации трансформатора.	ПК-4.3.1
43	Силовой трансформатор в городской электрической сети работает в течение времени $T$ , которое является случайной величиной и распределено по показательному закону с плотностью $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ при $t \geq 0$ . По истечении времени $E$ вследствие роста нагрузки, повреждения его или других причин, трансформатор заменяют другим. Определить вероятность надежной работы трансформатора в течение первых 10 лет.	
44	Силовой трансформатор в городской электрической сети работает в течение времени $T$ , которое является случайной величиной и распределено по показательному закону с плотностью $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ при $t \geq 0$ . По истечении времени $E$ вследствие роста нагрузки, повреждения его или других причин, трансформатор заменяют другим. Определить отказа трансформатора в период между 10 и 20 годами эксплуатации.	
45	Силовой трансформатор в городской электрической сети работает в течение времени $T$ , которое является случайной величиной и распределено по показательному закону с плотностью $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ при $t \geq 0$ . По истечении времени $E$ вследствие роста	

	нагрузки, повреждения его или других причин, трансформатор заменяют другим. Определить вероятность того, что за время эксплуатации $t=30$ годам, трансформатор потребуется заменить два раза.	
46	Нагрузка группы потребителей электроэнергии равномерно распределена в диапазоне от 5 до 155 кВА. Определить вероятность того, что реальная нагрузка будет находиться в диапазоне от 5 до 40 кВА.	
47	Что такое тепловое старение?	ПК-4.У.1
48	С чем связано старение изоляции?	
49	Приведите примеры системы, состоящей из последовательно соединенных восстанавливаемых элементов.	
50	Приведите примеры системы, состоящей из параллельно соединенных восстанавливаемых элементов.	
51	В чем особенности расчета показателей надежности с учетом ремонтных состояний?	
52	В чем особенности расчета показателей надежности с учетом преднамеренных отключений элементов?	
53	Что такое средние вероятности состояния элементов?	
54	В чем заключается метод анализа вероятностей состояния системы?	
55	В чем суть метода определения надежности системы с использованием формулы полной вероятности?	
56	Перечислите методы структурного анализа сложных схем и использование их для оценки надежности	
57	Особенности расчетов надежности сложных схем электрических соединений.	

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:

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 обучающимся 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

1. 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 выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Студенты разбиваются на подгруппы, по 3-4 человека. Перед проведением лабораторной работы обучающимся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающиеся должны подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе.

#### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы.

#### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями,

приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

#### 11.4. 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).

#### 11.5. 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.

#### 11.6. 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