

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

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

С.В. Солёный

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22 июня 2023 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 | очно-заочная |

Санкт-Петербург – 2023

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

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

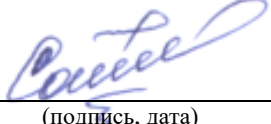
Программа одобрена на заседании кафедры № 32

«24» апреля 2023 г, протокол № 6

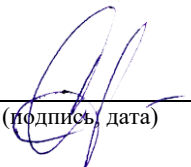
Заведующий кафедрой № 32

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

Ответственный за ОП ВО 13.03.02(03)

| | | |
|---|--|--|
| <u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание) |  (подпись, дата) | <u>О.Я. Солёная</u> (инициалы, фамилия) |
|---|--|--|

Заместитель директора института №3 по методической работе

| | | |
|--|--|--|
| <u>старший 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 расчёта 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 зачёта.

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 |
|--|------------|---------------------------|
| | | №10 |
| 1 | 2 | 3 |
| Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час) | 3/ 108 | 3/ 108 |
| Из них часов практической подготовки | 18 | 18 |
| Аудиторные занятия, всего час. | 36 | 36 |
| в том числе: | | |
| лекции (Л), (час) | 18 | 18 |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час) | 18 | 18 |
| лабораторные работы (ЛР), (час) | | |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час) | | |
| экзамен, (час) | | |
| Самостоятельная работа, всего (час) | 72 | 72 |
| Вид промежуточной аттестации: 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) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|---|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 10 | | | | | |
| Раздел 1. Основные понятия теории надежности, вероятностные и статистические характеристики надежности. Теоретические законы распределения отказов. | 4 | 2 | | | 15 |
| Раздел 2. Надежность электромеханических устройств и электроэнергетических систем. | 5 | 4 | | | 20 |
| Раздел 3. Расчет надежности невосстанавливаемых резервированных и нерезервированных устройств и систем. | 4 | 8 | | | 20 |
| Раздел 4. Основы теории марковских процессов для оценки показателей надежности электроэнергетического и электротехнического оборудования | 5 | 4 | | | 17 |
| | | | | | |
| Итого в семестре: | 18 | 18 | | | 72 |
| Итого | 18 | 18 | 0 | 0 | 72 |

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 10 | | | | | |
| 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 | 4 | 4 | 2 |

| | | | | | |
|-------|---|-----------------------|----|----|---|
| 3 | Исследование надежности системы с помощью дерева отказов | Решение типовых задач | 4 | 4 | 3 |
| 4 | Исследование влияния резервирования на надежность системы | Решение типовых задач | 4 | 4 | 3 |
| 5 | Система уравнений Колмогорова для оценки надежности системы | Решение типовых задач | 4 | 4 | 4 |
| Всего | | | 18 | 18 | |

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 10, час |
|---|------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 52 | 52 |
| 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) | | |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА) | 10 | 10 |
| Всего: | 72 | 72 |

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: www//energo-cis.ru | - |
| | 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 |
|---|---|
| URL:http://194.226.30/32/book.htm | 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]. |
| http://window.edu.ru/ | 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; 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 к дифф.зачёту; Примерный перечень вопросов для тестов. |

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

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| | Учебным планом не предусмотрено | |

Вопросы для дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы для дифф. Зачета

| № п/п | Перечень вопросов для дифф. зачета | Код индикатора |
|-------|--|----------------|
| 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. | ПК-5.Д.3 |
| 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 | Критерии оценки согласованности экспериментального и теоретического законов распределения. | |
| 44 | Доверительная вероятность и уровень значимости при статистической оценке параметров надежности электротехнического оборудования. | |
| 45 | Методы статистического контроля качества эксплуатации электротехнического оборудования, их особенности и области применения. | |
| 46 | Внешние физические факторы воздействия на ТС (температура, радиация, влажность и загрязнения атмосферы, механические воздействия). | |
| 47 | 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 | Дайте определение вероятности безотказной работы ТС. | ПК-5.Д.3 |
| 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. | |
| 13 | Дайте определение коэффициента готовности электротехнического оборудования. | |
| 14 | Дайте определение коэффициента вынужденного простоя электротехнического оборудования. | |
| 15 | Дайте определение коэффициента технического использования электротехнического оборудования. | |
| 16 | Дайте определение среднего недоотпуска электроэнергии. | |
| 17 | Что включает с себя экономический ущерб от ненадежности? | |
| 18 | Основные задачи анализа надежности ЭЭС? | |
| 19 | Дайте определение комплексным свойствам надежности ЭЭС. | |
| 20 | Перечислите комплексные свойства надежности ЭЭС. | |
| 21 | Как связаны понятия «долговечность» и «предельное состояние»? | |
| 22 | Перечислите показатели надежности, характеризующие свойство безотказности ЭЭ оборудования. | |
| 23 | Перечислите показатели надежности, характеризующие свойство ремонтпригодности ЭЭ оборудования. | |
| 24 | Что такое тепловое старение? | |
| 25 | С чем связано старение изоляции? | |
| 26 | Приведите примеры системы, состоящей из последовательно соединенных восстанавливаемых элементов. | |
| 27 | Приведите примеры системы, состоящей из параллельно соединенных восстанавливаемых элементов. | |
| 28 | В чем особенности расчета показателей надежности с учетом ремонтных состояний? | |
| 29 | В чем особенности расчета показателей надежности с учетом преднамеренных отключений элементов? | |
| 30 | Что такое средние вероятности состояния элементов? | |
| 31 | В чем заключается метод анализа вероятностей состояния системы? | |
| 32 | Перечислите методы структурного анализа сложных схем и использование их для оценки надежности | |
| 33 | Особенности расчетов надежности сложных схем электрических соединений. | |

| | | |
|----|---|--|
| 34 | Причины аварий и отказов. | |
| 35 | Причины неожиданных повреждений оборудования. | |
| 36 | Что такое техническое диагностирование? | |
| 37 | Что такое экспресс-диагностирование? | |
| 38 | Что такое прогнозирование технического состояния? | |

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 прохождению самостоятельной работы

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

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.

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.

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».

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 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |