

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе и
цифровизации

_____ А.В. Кубышкина

18.06.2024 г.

Техническая диагностика и надежность в электроэнергетике

(Наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и электротехнологий**

Направление подготовки **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электрооборудование и электротехнологии в АПК**

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **Очная, заочная**

Общая трудоемкость **5 з.е.**

Брянская область

2024

Программу составил(и):

Доцент Яковенко Н.И.

Рецензент(ы):

Рабочая программа дисциплины

Техническая диагностика и надежность в электроэнергетике

разработана в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 13.04.02
Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и
науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. №147.

составлена на основании учебного плана 2024 года набора

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК

утвержденного Учёным советом вуза от 18.06.2024 г. протокол № 11

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехнологий

Протокол от 18.06.2024 г. № 11

Зав. кафедрой

Безик Д.А.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины является получение знаний о современных теориях диагностики и надежности и применении их методов в системах электроснабжения объектов сельского хозяйства, промышленных предприятий, городов и транспортных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП ВО: Б1.В.03

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Дисциплина относится к циклу дисциплин специализации. Магистр должен иметь базовую подготовку по дисциплинам естественно-научного цикла (математика, физика), цикла общепрофессиональных дисциплин (материаловедение, электротехника, ТОЭ, электрические машины) и дисциплинам специализации (электроснабжение, ВЛ и КЛ электропередачи, системы электроснабжения, эксплуатация систем электроснабжения)

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: дисциплина является базовой для формирования полноценного специалиста по профилю «Электроэнергетические системы и комплексы». Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении магистерской выпускной квалификационной работы

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Специалист в области проектирования систем электропривода», утвержденный приказом Минтруда России от 13.04.2017 № 354н (Зарегистрировано в Минюсте России 5.05.2017 № 46626).

Обобщенная трудовая функция – разработка отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода (код – С)

Трудовая функция – разработка концепции системы электропривода (код – С/01.7).

Трудовые действия: подготовка и утверждение заданий на выполнение работ на подготовку проектной документации системы электропривода.

Выбор оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом "Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов", утвержденный приказом Минтруда России от 17.04.2014 N 266н (Зарегистрировано в Минюсте России 11.07.2014 N 33064).

Обобщенная трудовая функция – Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов (код – В/6).

Трудовая функция – Организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов (код – В/01.6).

Трудовые действия:

Прием законченных работ по реконструкции трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, испытание вновь вводимого оборудования

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом "Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи", утвержденный приказом Минтруда России от 08.09.2014 N 620н (Зарегистрировано в Минюсте России 10.10.2014 N 34284).

Обобщенная трудовая функция – Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи (код – В/6).

Трудовая функция – Организация технологического, технического и материального обеспечения работ по эксплуатации муниципальных линий электропередачи (код – В/02.6).

Трудовые действия:

Проведение измерений, связанных с проверкой элементов линий электропередачи при приемке их в эксплуатацию, после окончания строительства и капитального ремонта

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Способен осуществлять конструкторскую подготовку производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки

| Компетенция (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Результаты обучения |
|--|--|--|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | |
| <i>ПКС-3</i> Способен разрабатывать проект системы электропривода | <i>ПКС-3</i> Способен разрабатывать проект системы электропривода | Знать: Номенклатуру типовых технологических процессов изготовления изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки Уметь: Осуществлять разработку адаптированных технологических процессов изготовления изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки Владеть: Навыками разработки технологических процессов изготовления изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки |

| Компетенция (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Результаты обучения |
|---|--|--|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | |
| <i>ПКС-4</i> Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи | <i>ПКС-4</i> Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи | Знать: Основные принципы проведения предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода Уметь: Анализировать и делать выводы на основании предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода. Владеть: методами проведения предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода. |

| Компетенция (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Результаты обучения |
|--|--|---|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | |
| ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. | ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. | Знать: Технические характеристики изготавливаемой с применением ЭХФМО продукции и требования к ней, Основное технологическое оборудование и принцип его работы Уметь: Обеспечивать соблюдение требований технологических процессов, выбирать параметры режимов ЭХФМО Владеть: Навыками анализа требований, предъявляемых к изделию и разработкой предложений по механизации и автоматизации производственных процессов |

Этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы: в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП.

4 Распределение часов дисциплины по курсам (Очная форма)

| Вид занятий | 1 | | 2 | | 3 | | Итого | |
|---|--------|--------|----|-----|----|-----|--------|--------|
| | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД |
| Лекции | 28 | 28 | | | | | 28 | 28 |
| Практические | 28 | 28 | | | | | 28 | 28 |
| Консультация перед экзаменом | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 |
| Прием экзамена | 0,25 | 0,25 | | | | | 0,25 | 0,25 |
| Прием зачета | 0,15 | 0,15 | | | | | 0,15 | 0,15 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная) | 57,4 | 57,4 | | | | | 57,4 | 57,4 |
| Сам. работа | 105,85 | 105,85 | | | | | 105,85 | 105,85 |
| Контроль | 16,75 | 16,75 | | | | | 16,75 | 16,75 |
| Итого | 180 | 180 | | | | | 180 | 180 |

Распределение часов дисциплины по курсам (Заочная форма)

| Вид занятий | 1 | | 2 | | 3 | | Итого | |
|-------------|----|-----|----|-----|----|-----|-------|-----|
| | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД | УП | РПД |
| Лекции | 8 | 8 | | | | | 8 | 8 |

| | | | | | | | | |
|---|------|------|--|--|--|--|------|------|
| Практические | 10 | 10 | | | | | 10 | 10 |
| Консультация перед экзаменом | 1 | 1 | | | | | 1 | 1 |
| Прием экзамена, зач | 0,4 | 0,4 | | | | | 0,4 | 0,4 |
| Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная) | 19,4 | 19,4 | | | | | 19,4 | 19,4 |
| Сам. работа | 152 | 152 | | | | | 152 | 152 |
| Контроль | 8,6 | 8,6 | | | | | 8,6 | 8,6 |
| Итого | 180 | 180 | | | | | 180 | 180 |

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/ | Курс | Часов | Индикаторы достижения компетенций |
|-------------|---|------|-------|-----------------------------------|
| | Раздел 1. Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения | | | |
| 1.1 | Надежность в технике и энергетике. Развитие науки о надежности. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения. Основные особенности СЭС с точки зрения теории надежности. Причины и физические основы возникновения аварий в СЭС. Классификация аварий. /Лек/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 1.2 | Практические методы и средства обеспечения надежности в технических и энергетических системах /Пр/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 1.3 | Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятий «элемент» и «система» при анализе сложных систем. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| | Раздел 2. Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов. | 1 | | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 2.1 | Понятие отказа. Причины отказов основных элементов СЭС: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 2.2 | Классификация отказов. Потоки отказов элементов и их свойства /Пр/ | 1 | 6 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| | Раздел 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности | 1 | | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 3.1 | Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные правила и законы теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 3.2 | Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин в теории надежности /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 3.3 | Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования СЭС. Пуассоновские процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов СЭС /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 3.4 | Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формулы Литтла /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |
| 3.5 | Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3, ПКС-4, ПКС5 |

| | | | | |
|-----|---|---|------|-------------------|
| | Раздел 4. Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем | 1 | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 4.1 | Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 4.2 | Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений. Асимптотические методы при анализе надежности сложных систем /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 4.3 | Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 4.4 | Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | Раздел 5. Методы расчета систем электроснабжения | 1 | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 5.1 | Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов в системе. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 5.2 | Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности СЭС. Метод минимальных путей и сечений. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 5.3 | Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов в СЭС. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 5.4 | Понятие об основных и дополнительных сечениях /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 5.5 | Составление расчетных схем по надежности СЭС с учетом оперативных отключений. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 5.6 | Понятие о структурной и функциональной надежности. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | Контроль /К/ | 1 | 1,85 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | Контактная работа при приеме зачета | 1 | 0,15 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | Раздел 6. Экономические аспекты надежности | 1 | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 6.1 | Методы расчета недоотпуска энергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем /Лек/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 6.2 | Методы экономической оценки уровня надежности систем электроснабжения. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | Раздел 7. Синтез СЭС по уровню надежности | 1 | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 7.1 | Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 7.2 | Требования материалов к уровню надежности электроснабжения /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 7.3 | Сведения о современных методах расчета надежности /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 7.4 | Влияние принципов построения и особенностей управления СЭС на уровне надежности электроснабжения различных электроснабжения различных электроприемников и потребителей /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | Раздел 8. Лабораторно-практические занятия | 1 | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 8.1 | Определения вероятностей отказов элементов и любых конфигураций системы в целом /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |

| | | | | |
|------|---|---|------|-------------------|
| 8.2 | Применение формулы полной вероятности при определении вероятности нормальной работы схемы /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 8.3 | Применение методов структурного анализа к вопросам определения вероятностей отказа и безотказной работы СЭС /Ср// | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 8.4 | Определение показателей надежности схем сетей различной конфигурации с различным соединением по надежности образования электрических связей /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 8.5 | Определение показателей структурной и функциональной надежности /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 8.6 | Расчет недоотпуска электроэнергии /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 8.7 | Расчет показателей надежности узлов нагрузки СЭС и недоотпуска электроэнергии с учетом и без учета ограничений пропускной способности элементов СЭС /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | РАЗДЕЛ 9. Методы технического диагностирования электрооборудования. | | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 9.1 | Методы технического диагностирования электрооборудования. Общие понятия и определения. Задачи технического диагностирования. Система технического диагностирования, методы технической диагностики: визуально-оптический; виброакустический; тепловизионный; тангенс угла диэлектрических потерь; хроматографический; частичных разрядов; ультразвуковой; акустической эмиссии; радиографический; капиллярный; вихретоковый; магнитный; рентгенографический; металлографический. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 9.2 | Расшифровка обозначения подшипников качения. Порядок замены подшипников качения. /Ср/ | 1 | 4 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| | РАЗДЕЛ 10. Техническое диагностирование и ремонт электрических машин | | | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 10.1 | Теория и практика комплексного диагностирования электрических двигателей и генераторов ЭС. Типовые дефекты подшипников качения. Вычисление частот вибрации подшипников качения. Обозначения подшипников качения. Выбор предельного уровня вибрации оборудования. /Ср/ | 1 | 14 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 10.2 | Изучение дефектов подшипников качения заводских и эксплуатационных. Вычисление информативных частот вибрации подшипников качения. /Ср/ | 1 | 14 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 10.2 | Контроль /К/ | 1 | 6,75 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 10.2 | Консультация перед экзаменом /К/ | 1 | 1 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |
| 10.2 | Прием экзамена /К/ | 1 | 0,25 | ПКС-3,ПКС-4, ПКС5 |

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных и практических занятиях.

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Приложение 1

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| 6.1. Рекомендуемая литература | | | | |
|-------------------------------|---------------------|---|-------------------|----------|
| 6.1.1. Основная литература | | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год | Колич-во |
| 1 | Сапожников В.В. | Сапожников В.В. Основы теории надежности и технической диагностики. | Лань, 2019. | ЭБС |

| | | | | |
|---|---------------|--|--|-----|
| | | учебник / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов. Санкт-Петербург: Лань, 2019. 588 с. https://e.lanbook.com/book/115495 | | |
| 2 | Калинин В. Ф. | Калинин В. Ф. Надёжность систем электроснабжения: учебное пособие / В. Ф. Калинин, А. В. Кобелев, С. В. Кочергин. Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011. 81 с. http://www.iprbookshop.ru/64126.html | Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011. | ЭБС |
| 3 | Солодов В.С. | Солодов В.С. Надёжность радиоэлектронного оборудования и средств автоматики : учебное пособие / В.С. Солодов, Н.В. Калитёнков. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург : Лань, 2018. 220 с https://e.lanbook.com/book/108471 | Лань, 2018. | ЭБС |
| 6.1.2. Дополнительная литература | | | | |
| 1 | Малафеев С.И. | Малафеев С.И. Надёжность электроснабжения: учебное пособие / С.И. Малафеев. Санкт-Петербург: Лань, 2018. 368 с. https://e.lanbook.com/book/101833 | Санкт-Петербург: Лань, 2018. | ЭБС |
| 2 | Зубарев Ю.М | Зубарев Ю.М. Основы надёжности машин и сложных систем : учебник / Ю.М. Зубарев. Санкт-Петербург : Лань, 2017. 180 с. https://e.lanbook.com/book/91074 | Санкт-Петербург : Лань, 2017. | ЭБС |
| 3 | Солодов, В.С. | Солодов, В.С. Техническая диагностика радиооборудования и средств автоматики : учебное пособие / В.С. Солодов, Н.В. Калитёнков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 156 с. https://e.lanbook.com/book/123673 | Санкт-Петербург : Лань, 2019. | ЭБС |
| 6.1.3. Методические разработки | | | | |
| | Гурьянов Г.В. | Гурьянов Г.В. Техническая диагностика и надёжность систем электроснабжения. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Техническая диагностика и надёжность систем электроснабжения». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 21 с. | Брянский ГАУ, 2018. | 20 |

6.2. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Портал открытых данных Российской Федерации. URL: <https://data.gov.ru>

База данных по электрическим сетям и электрооборудованию // Сервис «Онлайн Электрик». URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>

Базы данных, программы и онлайн — калькуляторы компании iEK // Группа компаний IEK. URL: https://www.iek.ru/products/standard_solutions/

Единая база электротехнических товаров // Российская ассоциация электротехнических компаний. URL: <https://raec.ru/activities/etim/edinaya-baza-elektrotekhnicheskikh-tovarov/>

Электроэнергетика // Техэксперт. URL: <https://cntd.ru/products/elektroenergetika#home>

Справочник «Электронная компонентная база отечественного производства» (ЭКБ ОП) URL: <http://isstest.electronstandart.ru/>

GostRF.com. ГОСТы, нормативы. (Информационно-справочная система). URL: <http://gostrf.com/>

ЭСИС Электрические системы и сети. Информационно-справочный электротехнический сайт. URL: <http://esistems.ru>
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ-ПОРТАЛ.РФ. Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров. URL: <http://электротехнический-портал.рф/index.php>
Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://school-collection.edu.ru/>
Единое окно доступа к информационным ресурсам // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://window.edu.ru/catalog/>
elecab.ru Справочник электрика и энергетика. URL: <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

6.3. Перечень программного обеспечения

ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.
ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.
MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО АЛЬТА плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.
Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.
PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.
Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.
Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.
Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.
КОМПАС-3D Viewer V13 SP1 (ЗАО АСКОН). Свободно распространяемое ПО.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| |
|---|
| <p>Учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного типа –214; 234; 213 и 001</p> <p>Специализированная мебель на 110, 54, 100, 36 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>видеопроекторное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; выход в локальную сеть и Интернет.</p> <p>ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.</p> |
| <p>Учебная аудитория для проведения учебных занятий семинарского типа - 228 Лаборатория Эксплуатации электрооборудования.</p> <p>Специализированная мебель на 16 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>Лаб.стенд. «Электрические аппараты»-1шт.</p> <p>Лаб.стенд «Электрические измерения»-2шт.</p> <p>Лабораторные стенды: «Асинхронный двигатель с фазным ротором»; «Асинхронный двигатель с</p> |

| |
|--|
| <p>короткозамкнутым ротором»; «Однофазный трансформатор», «Трехфазный трансформатор». Лабораторный стенд «основы электропривода и преобразовательной техники (с микропроцессор-ным управлением)» (НТЦ-17) – 1 шт; лабораторный стенд «Электрические аппараты» (НТЦ-06).</p> <p>ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> |
| <p>Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – 230, 223, 233.</p> <p>Специализированная мебель на 15, 18, 24 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>компьютерные классы по 12 рабочих мест с выходом в локальную сеть и Интернет, а также с доступом к электронной информационно-образовательной среде.</p> <p>ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.</p> |
| <p>Помещения для самостоятельной работы (читальные залы научной библиотеки): Специализированная мебель на 100 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>15 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, доступом к справочно-правовой системе Консультант, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу, ЭБС, к электронной информационно-образовательной среде.</p> <p>ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.</p> |
| <p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования –001а, 223а.</p> <p>Специализированная мебель и технические средства, тиски, заточной станок, паяльные станции АТР-4204, наборы слесарного инструмента, контрольно-измерительные приборы. Вольтметр В7-37, генератор ГЗ-56, осциллограф С-12-22, потенциометр К-48, прибор Морион.</p> |

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

- для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
 - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

- для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа;
 - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
 - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
 - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
 - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
 - акустический усилитель и колонки;
- индивидуальные системы усиления звука
 - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
 - «ELEGANT-T» передатчик

«Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)

- групповые системы усиления звука

- Портативная установка беспроводной передачи информации .

- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
 - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Техническая диагностика и надежность в электроэнергетике

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 13.04.02-Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Форма промежуточной аттестации: экзамен

2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО.

Изучение дисциплины «Техническая диагностика и надежность в электроэнергетике» направлено на формирование следующих компетенций:

| Компетенция (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Результаты обучения |
|--|--|---|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | |
| <i>ПКС-3</i> Способен разрабатывать проект системы электропривода | <i>ПКС-3</i> Способен разрабатывать проект системы электропривода | <p>Знать: Номенклатуру типовых технологических процессов изготовления изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки</p> <p>Уметь: Осуществлять разработку адаптированных технологических процессов изготовления изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки</p> <p>Владеть: Навыками разработки технологических процессов изготовления изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки</p> |

| Компетенция (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и наименование) | Результаты обучения |
|--|--|---|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | |
| ПКС-4 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи | ПКС-4 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи | <p>Знать: Основные принципы проведения предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода</p> <p>Уметь: Анализировать и делать выводы на основании предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода.</p> <p>Владеть: методами проведения предпроектного обследования оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода.</p> |

| Компетенция (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций | Результаты обучения |
|-------------------------------------|---|---------------------|
| | | |

| | | (код и наименование) | |
|--|--|---|--|
| Тип задач профессиональной деятельности: технологический | | | |
| ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. | ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. | Знать: Технические характеристики изготавливаемой с применением ЭХФМО продукции и требования к ней, Основное технологическое оборудование и принцип его работы Уметь: Обеспечивать соблюдение требований технологических процессов, выбирать параметры режимов ЭХФМО Владеть: Навыками анализа требований, предъявляемых к изделию и разработкой предложений по механизации и автоматизации производственных процессов | |

2.2 Процесс формирования компетенций по дисциплине

| № раздела | Название | ПКС-3 | | | ПКС-4 | | | ПКС-5 | | |
|-----------|---|-------|---|---|-------|---|---|-------|---|---|
| | | З | У | В | З | У | В | З | У | В |
| 1 | Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов. | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 3 | Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 4 | Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 5 | Методы расчета систем электроснабжения | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 6 | Экономические аспекты надежности | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 7 | Синтез СЭС по уровню надежности | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 8 | Лабораторно-практические занятия | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 9 | Методы технического диагностирования электрооборудования. | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 10 | Техническое диагностирование и ремонт электрических машин | + | + | + | + | + | + | + | + | + |

Сокращение:

З.-знание; У.-умение; Н.-навыки

2.3 Структура компетенций по дисциплине

| | | | | | |
|---|----------------------|--|----------------------|--|----------------------|
| <i>ПКС-3</i> Способен разрабатывать проект системы электропривода | | | | | |
| <i>ПКС-3</i> Способен разрабатывать проект системы электропривода | | | | | |
| Знать (З.1) | | Уметь (У.1) | | Владеть (Н.1) | |
| конструкторскую документацию системы электропривода | Лекции раздела №1-10 | разрабатывать комплект конструкторской документации системы электропривода | Лекции раздела №1-10 | знаниями разрабатывать комплект конструкторской документации системы электропривод | Лекции раздела №1-10 |

| | | | | | |
|--|----------------------|--|----------------------|---|----------------------|
| | | | | a | |
| ПКС-4 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи | | | | | |
| Знать (З.2) | | Уметь (У.2) | | Владеть (Н.2) | |
| эксплуатацию муниципальных линий электропередачи | Лекции раздела №1-10 | контролировать эксплуатацию линий электропередачи | Лекции раздела №1-10 | знаниями планирования муниципальных линий электропередач и | Лекции раздела №1-10 |
| ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. | | | | | |
| ПКС-5 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов. | | | | | |
| Знать (З.3) | | Уметь (У.3) | | Владеть (Н.3) | |
| эксплуатацию муниципальных линий электропередачи | Лекции раздела №1-10 | управлять процессом эксплуатации муниципальных линий электропередачи | Лекции раздела №1-10 | знаниями управления процессом эксплуатации муниципальных линий электропередач и | Лекции раздела №1-10 |

3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

3.1 Оценочные средства при аттестации в форме экзамена

| № п/п | Раздел дисциплины | Контролируемые дидактические единицы | Контролируемые индикаторы достижения компетенций | Оценочное средство |
|-------|---|---|--|-------------------------|
| | Раздел 1. Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения | Задачи надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения. Основные особенности СЭС с точки зрения теории надежности. Причины и физические основы возникновения аварий в СЭС. Классификация аварий. Практические методы и средства обеспечения надежности в технических и энергетических системах Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятий «элемент» и «система» при анализе сложных систем. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на экзамене №1-3 |

| | | | | |
|--|---|---|--------------------------------|---------------------------------|
| | <p>Раздел 2. Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов.</p> | <p>Понятие отказа. Причины отказов основных элементов СЭС: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. Классификация отказов. Поток отказов элементов и их свойства</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на экзамене №4-6</p> |
| | <p>Раздел 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности</p> | <p>Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные правила и законы теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин в теории надежности Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования СЭС. Пуассоновские процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов СЭС Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формулы Литтла Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на экзамене №7-8</p> |
| | <p>Раздел 4. Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых</p> | <p>Показатели надежности невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на экзамене №9-10</p> |

| | | | | |
|--|---|--|---|----------------------------------|
| | <p>элементов электрических систем</p> | <p>и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений. Асимптотические методы при анализе надежности сложных систем Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем</p> | | |
| | <p>Раздел 5. Методы расчета систем электроснабжения</p> | <p>Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов в системе. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности СЭС. Метод минимальных путей и сечений. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов(узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в СЭС. Понятие об основных и дополнительных сечениях Составление расчетных схем по надежности СЭС с учетом оперативных отключений. Понятие о структурной и функциональной надежности. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на экзамене №11-15</p> |

| | | | | |
|--|--|---|------------------------|---------------------------|
| | | надежности | | |
| | Раздел 6. Экономические аспекты надежности | Методы расчета недоотпуска энергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем Методы экономической оценки уровня надежности систем электроснабжения. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на экзамене №16-20 |
| | Раздел 7. Синтез СЭС по уровню надежности | Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности Требования материалов к уровню надежности электроснабжения Сведения о современных методах расчета надежности Влияние принципов построения и особенностей управления СЭС на уровне надежности электроснабжения различных электроснабжения различных электроприемников и потребителей | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на экзамене №21-23 |
| | Раздел 8. Лабораторно-практические занятия | Определения вероятностей отказов элементов и любых конфигураций системы в целом Применение формулы полной вероятности при определении вероятности нормальной работы схемы Применение методов структурного анализа к вопросам определения вероятностей отказа и безотказной работы СЭС Определение показателей надежности схем сетей различной конфигурации с различным соединением по надежности образования электрических связей Определение показателей структурной и функциональной надежности Расчет недоотпуска электроэнергии Расчет показателей надежности узлов нагрузки СЭС и недоотпуска электроэнергии с учетом и без учета ограничений пропускной способности элементов СЭС | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на экзамене №24-28 |

| | | | | |
|--|--|---|---------------------|---------------------------|
| | РАЗДЕЛ 9. Методы технического диагностирования электрооборудования. | Методы технического диагностирования электрооборудования. Общие понятия и определения. Задачи технического диагностирования. Система технического диагностирования, методы технической диагностики: визуально-оптический; виброакустический; тепловизионный; тангенс угла диэлектрических потерь; хроматографический; частичных разрядов; ультразвуковой; акустической эмиссии; радиографический; капиллярный; вихретоковый; магнитный; рентгенографический; металлографический. Расшифровка обозначения подшипников качения. Порядок замены подшипников качения. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на экзамене №29-32 |
| | РАЗДЕЛ 10. Техническое диагностирование и ремонт электрических машин | Теория и практика комплексного диагностирования электрических двигателей и генераторов ЭС. Типовые дефекты подшипников качения. Вычисление частот вибрации подшипников качения. Обозначения подшипников качения. Выбор предельного уровня вибрации оборудования. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на экзамене №33-36 |

Перечень вопросов к зачету по дисциплине

1. Характеристики и задачи оценки надежности.
2. Работоспособность и отказ.
3. Показатели надежности: единичные и комплексные.
4. Факторы, нарушающие надежность системы.
5. Внезапные отказы.
6. Постепенные отказы.
7. Причины отказов элементов систем электроснабжения
8. Модель внезапного отказа.
9. Модель постепенного отказа.
10. Анализ надежности системы из последовательно соединенных элементов по модели отказов электроустановок.
11. Анализ надежности системы из резервируемых элементов по модели отказов электроустановок.
12. Резервирование замещением.
13. Постоянное резервирование.
14. Модели выключателей, применяемые при расчете надежности в электроэнергетике.
15. Учет средств релейной защиты и автоматики при расчетах надежности систем

электрообеспечения.

16. Модель надежности системы из последовательно соединенных элементов.
17. Модель надежности схемы из параллельно соединенных элементов.
18. Анализ надежности системы из последовательно соединенных элементов с учетом преднамеренных отключений.
19. Анализ надежности системы из параллельно соединенных элементов с учетом преднамеренных отключений.
20. Аналитический метод расчета надежности систем электрообеспечения.
21. Метод путей и минимальных сечений сложных схем.
22. Топологические методы расчета надежности.
23. Логико-вероятностный метод расчета надежности систем электрообеспечения.
24. Таблично-аналитический метод расчета надежности.
- 12
25. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электрообеспечения.
26. Виды и составляющие ущерба.
27. Определение ущерба от перерывов в электрообеспечении потребителей.
28. Анализ надежности типовых схем РУ подстанций.
29. Анализ надежности систем электрообеспечения в условиях эксплуатации.
30. Особенности определения надежности в ремонтных режимах.
31. Марковские случайные процессы в теории надежности.
32. Модель состояний Маркова.
33. Построение графов систем электрообеспечения.
34. Резервирование в системах электрообеспечения.
35. Выбор резерва в городских системах электрообеспечения.
36. Выбор резерва в системах электрообеспечения промышленных предприятий

Критерии оценки компетенций

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Электрический привод» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о форме, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с учебным планом в форме экзамена. Студент допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Оценивание студента на экзамене

| Результат | Критерии |
|------------------------------------|---|
| «отлично», высокий уровень | Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов |
| «хорошо», повышенный уровень | Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента |
| «удовлетвори | Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, |

| | |
|--|--|
| тельно», пороговый уровень | умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой |
| «неудовлетворительно», уровень не сформирован | При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины |

3.2 Оценочные средства при аттестации в форме экзамена

Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине

| № п/п | Раздел дисциплины | Контролируемые дидактические единицы | Контролируемые индикаторы достижения компетенций | Оценочное средство |
|-------|---|---|--|-----------------------|
| | Раздел 1. Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения | Задачи надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения. Основные особенности СЭС с точки зрения теории надежности. Причины и физические основы возникновения аварий в СЭС. Классификация аварий. Практические методы и средства обеспечения надежности в технических и энергетических системах Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятий «элемент» и «система» при анализе сложных систем. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на зачете №1-3 |

| | | | | |
|--|---|---|----------------------------|------------------------------|
| | <p>Раздел 2. Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов.</p> | <p>Понятие отказа. Причины отказов основных элементов СЭС: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. Классификация отказов. Поток отказов элементов и их свойства</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на зачете №4-6</p> |
| | <p>Раздел 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности</p> | <p>Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные правила и законы теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин в теории надежности Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования СЭС. Пуассоновские процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов СЭС Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формулы Литтла Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на зачете №7-8</p> |

| | | | | |
|--|--|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | <p>Раздел 4. Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем</p> | <p>Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений. Асимптотические методы при анализе надежности сложных систем Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на зачете №9-10</p> |
| | <p>Раздел 5. Методы расчета систем электроснабжения</p> | <p>Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов в системе. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности СЭС. Метод минимальных путей и сечений.</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Вопрос на зачете №11-15</p> |

| | | | | |
|--|--|--|---------------------|-------------------------|
| | | <p>Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов(узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в СЭС.</p> <p>Понятие об основных и дополнительных сечениях</p> <p>Составление расчетных схем по надежности СЭС с учетом оперативных отключений.</p> <p>Понятие о структурной и функциональной надежности. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности.</p> <p>Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.</p> | | |
| | Раздел 6. Экономические аспекты надежности | <p>Методы расчета недоотпуска энергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем</p> <p>Методы экономической оценки уровня надежности систем электроснабжения.</p> | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на зачете №16-20 |
| | Раздел 7. Синтез СЭС по уровню надежности | <p>Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности</p> <p>Требования материалов к уровню надежности электроснабжения</p> <p>Сведения о современных методах расчета надежности</p> <p>Влияние принципов построения и особенностей управления СЭС на уровне надежности электроснабжения различных</p> | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на зачете №21-23 |

| | | | | |
|--|---|--|---------------------|-------------------------|
| | | электрооборудования различных электроприемников и потребителей | | |
| | Раздел 8. Лабораторно-практические занятия | <p>Определения вероятностей отказов элементов и любых конфигураций системы в целом</p> <p>Применение формулы полной вероятности при определении вероятности нормальной работы схемы</p> <p>Применение методов структурного анализа к вопросам определения вероятностей отказа и безотказной работы СЭС</p> <p>Определение показателей надежности схем сетей различной конфигурации с различным соединением по надежности образования электрических связей</p> <p>Определение показателей структурной и функциональной надежности</p> <p>Расчет недоотпуска электроэнергии</p> <p>Расчет показателей надежности узлов нагрузки СЭС и недоотпуска электроэнергии с учетом и без учета ограничений пропускной способности элементов СЭС</p> | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на зачете №20-24 |
| | РАЗДЕЛ 9. Методы технического диагностирования электрооборудования. | <p>Методы технического диагностирования электрооборудования.</p> <p>Общие понятия и определения. Задачи технического диагностирования.</p> <p>Система технического диагностирования, методы технической диагностики: визуально-оптический; виброакустический; тепловизионный; тангенс угла диэлектрических потерь;</p> | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на зачете №25-29 |

| | | | | |
|--|--|--|------------------------|----------------------------|
| | | хроматографический; частичных разрядов; ультразвуковой; акустической эмиссии; радиографический; капиллярный; вихретоковый; магнитный; рентгенографический; металлографический. Расшифровка обозначения подшипников качения. Порядок замены подшипников качения. | | |
| | РАЗДЕЛ 10. Техническое диагностирование и ремонт электрических машин | Теория и практика комплексного диагностирования электрических двигателей и генераторов ЭС. Типовые дефекты подшипников качения. Вычисление частот вибрации подшипников качения. Обозначения подшипников качения. Выбор предельного уровня вибрации оборудования. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Вопрос на зачете №36-41 |

Контрольные вопросы к зачету

1. Понятия «надежность» и «диагностика» в электроэнергетике
2. Интенсивность восстановления.
3. Диаграмма процессов отказов и восстановлений. Понятие "поток отказов".
4. Причины цепочечных аварий.
5. Внезапный и постепенный отказ.
6. Относительный износ изоляции и его определение.
7. Модель отказов электроустановок вероятность безотказной работы. λ (1)
8. Средние вероятности стационарного состояния двух параллельно соединенных элементов.
9. Показатели надежности системы последовательным соединениям элементов без учета преднамеренных отключений (модель надёжности)
10. Алгоритм аналитического метода расчета надежности.
11. Работоспособность и "отказ". Их виды
12. Частота восстановления.
13. Интенсивность потока отказов.
14. Отказы общей причины.
15. Модель внезапных отказов.
16. Изменение превышения температуры масла при изменении нагрузки силового трансформатора
17. Последовательное соединение элементов. Определение λ по модели отказов
18. Коэффициенты готовности и простоя двух параллельно соединённых элементов по графу перехода из состояния в состояние.

19. Показатели надежности системы последовательно соединённых элементов с учётом преднамеренных отключений.
20. Характеристики надежности.
21. Вероятность восстановления и не восстановления.
22. Параметры потока отказов.
23. Виды отказов функционирования группы событий, приводящих к одновременному отказу многих элементов сети.
24. Зависимость параметров модели внезапных отказов от времени.
25. Определение ущербов от перерывов в электроснабжении потребителей.
26. Анализ надежности типовых схем РУ подстанций.
27. Анализ надежности систем электроснабжения в условиях эксплуатации.
28. Особенности определения надежности в ремонтных режимах.
29. Марковские случайные процессы в теории надежности.
30. Модель состояний Маркова.
31. Построение графов систем электроснабжения.
32. Резервирование в системах электроснабжения.
33. Выбор резерва в городских системах электроснабжения.
34. Выбор резерва в системах электроснабжения промышленных предприятий
35. Построение двухступенчатого графика электрических нагрузок для анализа температурного режима силового трансформатора.
36. Постоянное резервирование, вероятность отказа и работы.
37. Система дифференциальных уравнений для двух параллельно соединённых элементов.
38. Показатели надёжности двух параллельно соединённых элементов без учета преднамеренных отключений (модель надёжности).
39. Алгоритм метода путей и минимальных сечений.
40. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надежного электроснабжения.
41. Виды и составляющие ущербов.

Критерии оценки компетенций.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о форме, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с учебным планом в 2 семестре в форме зачета. Студент допускается к зачету по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Проведение зачета как основной формы проверки знаний студентов предполагает соблюдение ряда условий, обеспечивающих педагогическую эффективность оценочной процедуры. Важнейшие среди них:

- степень охвата разделов учебной программы и понимание взаимосвязей между ними;
- глубина понимания существа обсуждаемых конкретных проблем, а также актуальности и практической значимости изучаемой дисциплины;
- логически корректное, непротиворечивое, последовательное и аргументированное построение ответа на вопрос;
- уровень самостоятельного мышления с элементами творческого подхода к изложению материала.

Оценки «зачтено» заслуживает ответ, содержащий:

- глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры дисциплины, а также основного содержания лекционного курса;

- отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией соответствующей научной области;
- знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой;
- умение выполнять предусмотренные программой задания;
- логически корректное и убедительное изложение ответа.
- логически определено и последовательно изложить ответ.

Оценка «незачтено» ставится при:

- незнании либо отрывочном представлении учебно-программного материала;
- неумении выполнять предусмотренные программой задания.

3.2 Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине

3.2.1 Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине

| № п/п | Раздел дисциплины | Контролируемые дидактические единицы | Контролируемые индикаторы компетенции | Другие оценочные средства** | |
|-------|--|---|---------------------------------------|-----------------------------|------------|
| | | | | вид | количество |
| 1 | Раздел 1. Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения | Задачи надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения. Основные особенности СЭС с точки зрения теории надежности. Причины и физические основы возникновения аварий в СЭС. Классификация аварий. Практические методы и средства обеспечения надежности в технических и энергетических системах Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятий «элемент» и «система» при анализе сложных систем. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |
| | Раздел 2. Физическая природа отказов электрооборудования, математические модели отказов. | Понятие отказа. Причины отказов основных элементов СЭС: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. Классификация отказов. Потоки отказов элементов и их свойства | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |
| | Раздел 3. Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности | Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |

| | | | | | |
|--|--|--|----------------------------|--------------|----------|
| | | <p>вероятностей. Основные правила и законы теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин в теории надежности.</p> <p>Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования СЭС. Пуассоновские процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов СЭС.</p> <p>Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формулы Литтла.</p> <p>Элементы теории вероятностей и математической статистики и их применение в теории надежности.</p> | | | |
| | <p>Раздел 4. Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем</p> | <p>Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах.</p> <p>Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений.</p> <p>Асимптотические методы при анализе надежности сложных систем.</p> <p>Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных</p> | <p>ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5</p> | <p>Опрос</p> | <p>1</p> |

| | | | | | |
|---|--|---|---------------------|-------|---|
| | | <p>состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем</p> <p>Математические модели отказов и восстановлений элементов и систем.</p> <p>Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем</p> | | | |
| 2 | Раздел 5. Методы расчета систем электроснабжения | <p>Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов в системе.</p> <p>Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности СЭС. Метод минимальных путей и сечений.</p> <p>Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов(узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в СЭС.</p> <p>Понятие об основных и дополнительных сечениях</p> <p>Составление расчетных схем по надежности СЭС с учетом оперативных отключений.</p> <p>Понятие о структурной и функциональной надежности. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.</p> | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|------------------------|-------|---|
| | Раздел 6. Экономические аспекты надежности | Методы расчета недоотпуска энергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем Методы экономической оценки уровня надежности систем электроснабжения. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |
| | Раздел 7. Синтез СЭС по уровню надежности | Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности Требования материалов к уровню надежности электроснабжения Сведения о современных методах расчета надежности Влияние принципов построения и особенностей управления СЭС на уровне надежности электроснабжения различных электроснабжения различных электроприемников и потребителей | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |
| 2 | Раздел 8. Лабораторно- практические занятия | Определения вероятностей отказов элементов и любых конфигураций системы в целом Применение формулы полной вероятности при определении вероятности нормальной работы схемы Применение методов структурного анализа к вопросам определения вероятностей отказа и безотказной работы СЭС Определение показателей надежности схем сетей различной конфигурации с различным соединением по надежности образования электрических связей Определение показателей структурной и функциональной надежности Расчет недоотпуска | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |

| | | | | | |
|--|--|--|------------------------|-------|---|
| | | электроэнергии Расчет показателей надежности узлов нагрузки СЭС и недоотпуска электроэнергии с учетом и без учета ограничений пропускной способности элементов СЭС | | | |
| | РАЗДЕЛ 9. Методы технического диагностирования электрооборудования. | Методы технического диагностирования электрооборудования. Общие понятия и определения. Задачи технического диагностирования. Система технического диагностирования, методы технической диагностики: визуально-оптический; виброакустический; тепловизионный; тангенс угла диэлектрических потерь; хроматографический; частичных разрядов; ультразвуковой; акустической эмиссии; радиографический; капиллярный; вихретоковый; магнитный; рентгенографический; металлографический. Расшифровка обозначения подшипников качения. Порядок замены подшипников качения. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |
| | РАЗДЕЛ 10. Техническое диагностирование и ремонт электрических машин | Теория и практика комплексного диагностирования электрических двигателей и генераторов ЭС. Типовые дефекты подшипников качения. Вычисление частот вибрации подшипников качения. Обозначения подшипников качения. Выбор предельного уровня вибрации оборудования. | ПКС-3, ПКС-4; ПКС-5 | Опрос | 1 |

** -устный опрос (индивидуальный, фронтальный, диспут); контрольные письменные работы (контрольная работа); устное тестирование; письменное тестирование; компьютерной тестирование; выполнение расчетно-графического задания; практическая работа; олимпиада; защита работ (ситуационные задания, реферат, статья, проект, ВКР, подбор задач, защита

письменной работы, доклад по результатам самостоятельной работы и др.); защита портфолио; участие в деловых, ситуационных, имитационных играх и др.

Примерные тестовые задания

1. Выбрать приемлемые ответы. К единичным показателям надежности относятся:
 - а) вероятность безотказной работы;
 - б) коэффициент готовности системы;
 - в) функция ненадежности;
 - г) интенсивность отказов.
2. Дополнить: Кривая изменения интенсивности отказов во времени включает периоды _____
3. Выбрать правильный ответ. Интенсивность отказа постоянна в процессе:
 - а) приработки;
 - б) нормальной эксплуатации;
 - в) износа.
4. Выбрать правильный ответ. Вероятность восстановления - это:
 - а) вероятность того, что объект не будет восстановлен за заданное время;
 - б) вероятность того, что объект будет восстановлен за заданное время;
 - в) скорость изменения времени восстановления;
 - г) скорость протекания аварийного ремонта.
5. Дополнить. Параметр потока отказов характеризует _____
6. Перечислить основные свойства простейшего потока отказов.
7. выбрать правильный ответ. Если вероятность наступления отказов в течение рассматриваемого промежутка времени зависит от того, сколько было отказов до этого промежутка времени, то рассматриваемый поток относится:
 - а) к простейшему;
 - б) к потокам с последствием;
 - в) к пуассоновским потокам.
8. Дополнить. К количественным показателям надежности относятся _____
9. Выбрать правильный ответ. В общем случае вероятность отказа и коэффициент вынужденного простоя системы:
 - а) равны между собой;
 - б) не равны между собой.
10. дополнить. Ординарность потока отказов означает _____
11. Перечислить виды потоков отказов.
12. Выбрать правильный ответ. Для восстанавливаемых объектов учитывается наработка:
 - а) на отказ;
 - б) до отказа.
13. Выбрать правильный ответ. Для невосстанавливаемых объектов учитывается наработка:
 - а) на отказ;
 - б) до отказа.
14. Выбрать правильный ответ. Определить, что больше:
 - а) расчетное время безотказной работы;
 - б) среднее время безотказной работы.
15. Определить вероятность безотказной работы элемента, если вероятность отказа равна 0,2:
 - а) 0,6;
 - б) 0,8;
 - в) 0,5;
 - г) 5;

д) 0,2.

16. Найти среднее время безотказной работы при экспоненциальном законе распределения, если $X=0,4$:

а) 0,3;

б) 0,25;

в) 0,2;

г) 0,5;

д) 0,6.