

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»

УТВЕРЖДАЮ
Декан агроинженерного факультета
Оробинский В.И.
«19» июня 2019г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.ДВ.02.01 Надежность систем электроснабжения

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность (профиль) «Электроснабжение»

Квалификация выпускника – магистр

Факультет – Агроинженерный

Кафедра электротехники и автоматики

Разработчик рабочей программы:

доцент, кандидат технических наук, доцент Помогаев Юрий Михайлович

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, утвержденным приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 26 июля 2017 года № 709.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры электротехники и автоматики (протокол № 12 от 17 мая 2019 г.)

Заведующий кафедрой  _____ **Афоничев Д.Н.**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 09 от 23 мая 2019 г.).

Председатель методической комиссии  _____ **Костиков О.М.**

Рецензент рабочей программы: начальник участка ООО «Электрики-Тербуны» Назимов В.П.

1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель дисциплины

Получение знаний о современной теории надежности в электроэнергетике и применении её методов для оценки надежности СЭС.

1.2. Задачи дисциплины

Изучить экономику фактора надежности электроустановок; дать информацию о теоретических основах анализа надежности электроустановок ; научить синтезу электроустановок по заданному уровню надежности.

1.3. Предмет дисциплины

Закономерности сохранения во времени техническими средствами свойства выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Методы оценки надежности электроустановок относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, к элективным дисциплинам (ЭД1) блока 1 «Дисциплины

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Б1.В.03 «Эксплуатация систем электроснабжения», Б1.В.05 «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Компетенция | | Индикатор достижения компетенции | |
|--|---|----------------------------------|--|
| Код | Содержание | Код | Содержание |
| Тип задач профессиональной деятельности – научно-исследовательский | | | |
| ПК-2 | Способен участвовать в проведении испытаний электроустановок | 310 | Стандартные методы оценки надежности электроустановок |
| Тип задач профессиональной деятельности – технологический | | | |
| ПК-5 | Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей | 312 | Показатели надежности систем электроснабжения и методы их оценки |
| | | У10 | Определять показатели надежности систем электроснабжения |
| | | Н7 | Обоснования схем систем электроснабжения с заданным уровнем надежности |

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

| Показатели | Семестры | | Всего |
|--|----------|--|-------|
| | 3-й | | |
| Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч | 3/108 | | 3/108 |
| Общая контактная работа, ч | 40,65 | | 40,65 |
| Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч | 67,35 | | 67,35 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы) | 40,5 | | 40,5 |
| лекции | 14 | | 14 |
| практические занятия | 26 | | 26 |
| лабораторные работы | – | | – |
| групповые консультации | 0,5 | | 0,5 |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч | 58,5 | | 58,5 |
| Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы) | 0,15 | | 0,15 |
| курсовая работа | – | | – |
| курсовой проект | – | | – |
| зачет | 0,15 | | 0,15 |
| экзамен | – | | – |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы) | 8,85 | | 8,85 |
| выполнение курсового проекта | – | | – |
| выполнение курсовой работы | – | | – |
| подготовка к зачету | 8,85 | | 8,85 |
| подготовка к экзамену | – | | – |
| Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы)) | Зачет | | |

3.2. Заочная форма обучения

| Показатели | Семестры | Всего |
|--|----------|-------|
| | 4-й | |
| Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч | 3/108 | 3/108 |
| Общая контактная работа, ч | 10,65 | 10,65 |
| Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч | 97,35 | 97,35 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы) | 10,5 | 10,5 |
| лекции | 4 | 4 |
| практические занятия | 6 | 6 |
| лабораторные работы | – | – |
| групповые консультации | 0,5 | 0,5 |
| Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч | 88,5 | 88,5 |
| Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы) | 0,15 | 0,15 |
| курсовая работа | – | – |
| курсовой проект | – | – |
| зачет | 0,15 | 0,15 |
| экзамен | – | – |
| Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы) | 8,85 | 8,85 |
| выполнение курсового проекта | – | – |
| выполнение курсовой работы | – | – |
| подготовка к зачету | 8,85 | 8,85 |
| подготовка к экзамену | – | – |
| Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы)) | Зачет | |

4. Содержание дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о теории надежности электроэнергетических установок

Подраздел 1.1. Надежность в технике и энергетике. Исторические сведения о надежности. Развитие науки о надежности электроэнергетических систем. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности.

Подраздел 1.2. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в электроэнергетических системах. 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 понятия "элемент" и "система" при анализе надежности сложных технических систем.

Подраздел 1.3. Физическая природа отказов электрооборудования, причины и закономерности их появления. Понятие отказа. Причины отказов основных элементов электроэнергетических систем: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. Классификация отказов. Потоки отказов элементов и их свойства.

Раздел 2. Элементы теории вероятностей и их применение в расчетах надежности

Подраздел 2.1. Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные законы и правила теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности. Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования элементов систем электроснабжения. Пуассоновский процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов систем электроснабжения. Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формула Литтла.

Подраздел 2.2. Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем

Показатели надежности невозстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. 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 простейших систем. Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем.

Раздел 3. Методы расчета надежности электроэнергетических систем

Подраздел 3.1. Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем. Метод минимальных путей и сечений. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в электроэнергетических системах. Понятия об основных и дополнительных сечениях. Составление расчетных схем по надежности электроэнергетических систем с учетом оперативных переключений.

Понятия о структурной и функциональной надежности. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональ-

ной надежности. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.

Подраздел 3.2. Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности

Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности. Требования нормативных материалов, предъявляемые к уровню надежности электроэнергетических систем и сетей. Сведения о современных методах расчета надежности. Влияние принципов построения и особенностей управления систем электроснабжения на уровень надежности электроснабжения различных электроприемников и потребителей.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

| Разделы, подразделы дисциплины | Контактная работа | | | СР |
|---|-------------------|----|----|-------|
| | лекции | ЛЗ | ПЗ | |
| Раздел 1. Общие сведения о теории надежности электроэнергетических установок | 6 | - | 8 | 10 |
| Подраздел 1.1 Надежность в технике и энергетике. | 2 | - | 2 | 10 |
| Подраздел 1.2. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в электроэнергетических системах. | 2 | - | 2 | 10 |
| Подраздел 1.3. Физическая природа отказов электрооборудования, причины и закономерности их появления. | 2 | - | 4 | 5 |
| Раздел 2. Элементы теории вероятностей и их применение в расчетах надежности | 4 | - | 8 | 5 |
| Подраздел 2.1. Основные понятия теории вероятностей. | 2 | - | 4 | 5 |
| Подраздел 2.2. Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем | 2 | - | 4 | 5 |
| Раздел 3. Методы расчета надежности электроэнергетических систем | 4 | - | 10 | 5 |
| Подраздел 3.1. Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе. | 2 | - | 5 | 5 |
| Подраздел 3.2 Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности | 2 | - | 5 | 7,35 |
| Всего: | 14 | - | 26 | 67,35 |

4.2.2. Заочная форма обучения

| Разделы, подразделы дисциплины | Контактная работа | | | СР |
|---|-------------------|----|----|-------|
| | лекции | ЛЗ | ПЗ | |
| Раздел 1. Общие сведения о теории надежности электроэнергетических установок | 4 | | | 10 |
| Подраздел 1.1 Надежность в технике и энергетике. | 2 | | | 10 |
| Подраздел 1.2. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в электроэнергетических системах. | 1 | | | 10 |
| Подраздел 1.3. Физическая природа отказов электрооборудования, причины и закономерности их появления. | 1 | | | 10 |
| Раздел 2. Элементы теории вероятностей и их применение в расчетах надежности | | | 4 | 10 |
| Подраздел 2.1. Основные понятия теории вероятностей. | | | 2 | 10 |
| Подраздел 2.2. Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем | | | 2 | 10 |
| Раздел 3. Методы расчета надежности электроэнергетических систем | | | 2 | 10 |
| Подраздел 3.1. Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе. | | | 1 | 10 |
| Подраздел 3.2 Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности | | | 1 | 7.35 |
| Всего: | 4 | | 6 | 97,35 |

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

| № п/п | Тема самостоятельной работы | Учебно-методическое обеспечение | Объём, ч | |
|--------------|--|---|---------------------|---------|
| | | | форма обуче- ния | |
| | | | очная | заочная |
| 1 | Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности | Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.13-40 | 10 | 20 |
| 2 | Математические модели надежности систем электроснабжения | Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.41-54 | 10 | 20 |
| 3 | Анализ и количественные расчеты надежности систем электроснабжения | Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.55-70 | 10 | 20 |
| 4 | Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии потребителям | Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.71-77 | 10 | 10 |
| 5 | Мероприятия по повышению надежности электроснабжения | Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.79-83 | 20 | 10 |
| 6 | Решение задач надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения | Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.89-104 | 17,35 | 17,5 |
| Всего часов: | | | 67,35 | 97,35 |

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

| Подраздел дисциплины | Компетенция | Индикатор достижения компетенции |
|---|-------------|----------------------------------|
| Подраздел 1.1. Надежность в технике и энергетике. | ПК-2 | 310 |
| Подраздел 1.2. Причины и физические основы возникновения и развития аварий в электроэнергетических системах. | ПК-2 | 310 |
| Подраздел 1.3. Физическая природа отказов электрооборудования, причины и закономерности их появления. | ПК-5 | 312 |
| Подраздел 2.1. Основные понятия теории вероятностей | ПК-5 | У10 |
| Подраздел 2.2. Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем | ПК-5 | У10 |
| Подраздел 3.1. Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе. | ПК-5 | 312 |
| Подраздел 3.2 Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности | ПК-5 | 312 |

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

| Вид оценки | Оценки | |
|--|------------|---------|
| Академическая оценка по 2-х балльной шкале | не зачетно | зачтено |

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на зачете

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|--|--|
| Зачтено, высокий | Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя отличное знание освоенного материала и умение самостоятельно решать сложные задачи дисциплины |

| | |
|------------------------------------|---|
| Зачтено, продвинутый | Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя хорошее знание освоенного материала и умение самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины |
| Зачтено, пороговый | Студент выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении, демонстрируя знание основ освоенного материала и умение решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент выполнил не все задания, предусмотренные рабочей программой или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала и не умеет решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя |

Критерии оценки тестов

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|---|--|
| Отлично, высокий | Содержание правильных ответов в тесте не менее 90% |
| Хорошо, продвинутый | Содержание правильных ответов в тесте не менее 75% |
| Удовлетворительно, пороговый | Содержание правильных ответов в тесте не менее 50% |
| Неудовлетворительно, компетенция не освоена | Содержание правильных ответов в тесте менее 50% |

Критерии оценки устного опроса

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|--|---|
| Зачтено, высокий | Студент демонстрирует уверенное знание материала, четко выражает свою точку зрения по рассматриваемому вопросу, приводя соответствующие примеры |
| Зачтено, продвинутый | Студент демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе |
| Зачтено, пороговый | Студент демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах |

Критерии оценки решения задач

| Оценка, уровень достижения компетенций | Описание критериев |
|--|--|
| Зачтено, высокий | Студент уверенно знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает ошибок при ее выполнении. |
| Зачтено, продвинутый | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок при ее выполнении. |
| Зачтено, пороговый | Студент в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибок при ее выполнении, но способен исправить их при помощи преподавателя. |
| Не зачтено, компетенция не освоена | Студент не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки при ее выполнении, не способен исправить их при помощи преподавателя. |

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену (не предусмотрен)

5.3.1.2. Задачи к зачету

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|----|---|-------------|-----|
| 1. | Наработка до отказа щита управления электрооборудованием подчинена экспоненциальному закону с интенсивностью отказов $\lambda(t) = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$. Определить количественные характеристики надежности устройства $P(t)$, $f(t)$ и T_1 в течение года. | ПК-5 | У10 |
| 2. | Предприятие по капитальному ремонту электрических машин гарантирует вероятность безотказной работы электродвигателей после ремонта 0,8 в течение наработки 9000 ч. Определить интенсивность отказов и среднюю наработку до отказа асинхронного короткозамкнутого электродвигателя после ремонта на участке длительной эксплуатации. | ПК-5 | У10 |
| 3. | Сравнить между собой наработку до отказа двух ремонтируемых объектов, имеющих функцию надежности, определяемую по формулам $P_1(t) = \exp - (2,5 \cdot 10^{-3} t)$ и $P_2(t) = 0,7 \exp - (4,1 \cdot 10^{-3} t) + 0,08 \exp - (0,22 \cdot 10^{-3} t)$ | ПК-5 | У10 |
| 4. | Солнечная батарея состоит из 100 функционально необходимых равнонадежных элементов. Определить, какой величиной интенсивности отказов должны обладать элементы, чтобы вероятность безотказной работы системы в течение 100 ч была бы не менее 0,9. | ПК-5 | У10 |
| 5. | Вероятность безотказной работы машины постоянного тока на этапе приработки подчиняется распределению Вей- | ПК-5 | У10 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|----|----|----|----|----|------|-----|
| | булла с параметрами $\lambda_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$ и $b = 1,2$. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа машины за время $t = 400 \text{ ч}$. | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. | Определить, какое из устройств имеет большую вероятность безотказной работы за период работы $0 \dots 100 \text{ ч}$, если плотность распределения случайной величины наработки до отказа для устройств описывается формулами $f_1(t) = \lambda \exp - (\lambda t)$ и $f_2(t) = t/r^2 [\exp - (t^2/2r^2)]$ при $\lambda = 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$, $r = 0,5 \cdot 10^4 \text{ ч}$. | ПК-5 | 312 | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Тиристорный преобразователь имеет параметры усеченного нормального распределения $m_t = 1200 \text{ ч}$ и $\sigma_t = 480 \text{ ч}$. Определить значение вероятности безотказной работы и интенсивности отказов для $t = 200 \text{ ч}$. | ПК-5 | 312 | | | | | | | | | | | | |
| 8. | Средний выход осветительных приборов в ремонтной мастерской за время $T = 1000 \text{ ч}$ составил 20 шт. Какова вероятность того, что за время 100 ч возникнет 3 отказа? | ПК-5 | 312 | | | | | | | | | | | | |
| 9. | На испытаниях находилось $N = 1000$ осветительных приборов. За время $t = 3000 \text{ ч}$ отказало $n = 200$ изделий. За последующие $\Delta t_i = 200 \text{ ч}$ отказало еще $\Delta n_i = 100$ изделий. Определить $P^*(3000)$, $P^*(3200)$, $f^*(3100)$, $\lambda^*(3100)$. | ПК-5 | 312 | | | | | | | | | | | | |
| 10. | <p>Проведены ускоренные испытания 500 предохранителей. Число отказов Δn_i предохранителей фиксировалось через каждые $\Delta t_i = 100 \text{ ч}$. Ниже приведены данные об отказах</p> <table border="1" data-bbox="316 1272 1161 1391"> <tr> <td>$\Delta t_i, \text{ ч}$</td> <td>0 – 100</td> <td>100 – 200</td> <td>200 – 300</td> <td>300 – 400</td> <td>400 – 500</td> </tr> <tr> <td>Δn_i</td> <td>30</td> <td>26</td> <td>20</td> <td>14</td> <td>12</td> </tr> </table> <p>Необходимо определить $P^*(500)$, $\lambda^*(450)$ и T_1^*.</p> | $\Delta t_i, \text{ ч}$ | 0 – 100 | 100 – 200 | 200 – 300 | 300 – 400 | 400 – 500 | Δn_i | 30 | 26 | 20 | 14 | 12 | ПК-5 | 312 |
| $\Delta t_i, \text{ ч}$ | 0 – 100 | 100 – 200 | 200 – 300 | 300 – 400 | 400 – 500 | | | | | | | | | | |
| Δn_i | 30 | 26 | 20 | 14 | 12 | | | | | | | | | | |
| 11. | Прибор состоит из четырех блоков. Отказ любого из них приводит к отказу прибора. Первый блок отказал 9 раз в течение 21 000 ч, второй – 7 раз в течение 16 000 ч, третий – 2 раза и четвертый – 8 раз в течение 12 000 ч работы. Определить наработку на отказ, если справедлив экспоненциальный закон надежности. | ПК-5 | У10 | | | | | | | | | | | | |
| 12. | При эксплуатации электрооборудования животноводческой фермы зарегистрировано 20 отказов, из них: электродвигателей – 8, магнитных пускателей – 2, реле – 4, электронагревательных приборов – 6. На ремонт затрачивалось: электродвигателей – 1,5 ч, магнитных пускателей – 25 мин, реле – 10 мин, электронагревателей – 20 мин. Найти среднее время восстановления. | ПК-5 | У10 | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|-----|--|------|-----|
| 13. | В результате наблюдения за работой 1000 электродвигателей в течение 10 000 ч было получено значение $\lambda = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Закон распределения отказов экспоненциальный, среднее время ремонта электродвигателя равно 4,85 ч. Определить вероятность безотказной, наработку до первого отказа, коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности | ПК-5 | У10 |
| 14. | Навозоуборочный транспортер имеет 2 электродвигателя. Суммарная наработка транспортера за год составляет 200 ч. Эксплуатационные мероприятия включают в себя 1 текущий ремонт продолжительностью 3 ч на каждый электродвигатель и 7 технических обслуживаний по 0,5 ч на каждый электродвигатель. Определить коэффициент технического использования электродвигателей навозоуборочного транспортера. | ПК-5 | 312 |

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой (Не предусмотрены)

5.3.1.4. Вопросы к зачету

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|--|-------------|-----|
| 1. | . Общее определение надежности объекта. Понятие о надежности системы электроснабжения промышленного предприятия. | ПК-5 | 312 |
| 2. | Совокупность математических моделей надежности элементов и СЭС, используемых на практике, их сходство и отличие. | ПК-5 | 312 |
| 3. | Безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость – свойства, определяющие надежность объекта. | ПК-5 | 312 |
| 4. | Три направления в решении задачи математических моделей надежности. | ПК-2 | 310 |
| 5. | Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. | ПК-2 | 310 |
| 6. | Основные показатели надежности – единичные и комплексные. | ПК-5 | 312 |
| 7. | . Нормирование надежности в Правилах устройства электроустановок. | ПК-5 | 312 |
| 9. | Последствия перерывов электроснабжения и их технико-экономическая оценка. | ПК-5 | 312 |
| 10. | Приближенные вычисления показателей надежности. | ПК-5 | У10 |
| 11. | Прямой и дополнительный ущерб. | ПК-5 | 312 |
| 12. | Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. Восстановление работоспособности системы электроснабжения. | ПК-5 | 312 |
| 13. | . Показатели надежности невосстанавливаемых элементов системы электроснабжения | ПК-5 | У10 |
| 14. | . Понятие о расчетных отказах систем электроснабжения. Расчетные отказы | ПК-5 | 312 |
| 15. | Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения | ПК-5 | 312 |
| 16. | Применение основных положений и методов теории надежности к электроэнергетическим системам и системам электроснабжения потребителей. | ПК-5 | 312 |
| 17. | Применение показателей надежности при анализе и выборе вариантов систем электроснабжения. Понятие об оптимальной надеж- | ПК-5 | 312 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|--|-------------|-----|
| | ности. | | |
| 18. | Общие сведения об оценках важности элементов. Важность элементов на логическом уровне задания системы. | ПК-5 | 312 |
| 19. | . Важность элементов на вероятностном уровне задания системы. Способы получения оценок и области их использования | ПК-5 | У10 |
| 20. | Способы представления математических моделей: словесный, графический, аналитический | ПК-5 | У10 |
| 21. | Показатели надежности систем электроснабжения (для отказов любой продолжительности): параметр потока отказов, средняя продолжительность отказов, вероятность возникновения отказа, недоотпуск электроэнергии, ущерб от перерыва электроснабжения | ПК-5 | У10 |
| 22. | Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения: периодичность проведения, ремонтпригодность, коэффициент простоя в плановых ремонтах. | ПК-5 | У10 |
| 23. | Коэффициенты готовности и простоя, коэффициент аварийности (опасность отказов). | ПК-5 | У10 |
| 24. | Вероятность отказа, параметр потока восстановления для восстанавливаемых объектов. | ПК-5 | У10 |
| 25. | Общие сведения о логико-вероятностных методах расчета надежности. Основные этапы | ПК-5 | У10 |
| 28. | Понятие о нормировании надежности. Прямое и опосредствованное нормирование. | ПК-5 | Н7 |
| 29. | Методы расчета недоотпуска электрической энергии с учетом особенности расчета надежности. | ПК-5 | Н7 |
| 30. | Стоимостная оценка ущерба от ненадежности объекта энергетики. | ПК-5 | Н7 |
| 31. | Убытки производителя поставщика и потребителя, вызванные ненадежностью объекта энергетики, а также связанные с ней экономические нарушения. | ПК-5 | Н7 |

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ) (Не предусмотрены)

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы) (Не предусмотрены)

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

5.3.2.1. Вопросы тестов

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|----|---|-------------|-----|
| 1. | : Предметом изучения дисциплины служат: +: изучение закономерностей изменения показателей надежности электрооборудования; -: способы определения неисправностей электрооборудования; -: методы изучения основ эксплуатационных испытаний электрооборудования; +: изучение природы отказов электрооборудования; +: разработка методов расчета надежности. | ПК-5 | 312 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|----|---|-------------|-----|
| 2. | : Надежность характеризует способность объекта выполнить требуемые функции: +: в заданных режимах и условиях применения; +: технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки; -: без наблюдений эксплуатации. | ПК-5 | 312 |
| 3. | С позиций надежности электрооборудование может находиться в одном из следующих состояний: +: исправном; -: включенном; +: неисправном; -: отключенном; +: работоспособном; -: неработоспособном. | ПК-5 | 312 |
| 4. | : Субъективными причинами отказов являются: +: конструкционные; -: старение; +: производственные; -: износ; +: эксплуатационные. | ПК-5 | 312 |
| 5. | : Объективными причинами отказов являются: -: качество питающего напряжения; +: биологическая среда; -: решение использования; +: старение; -: квалификация обслуживающего персонала. | ПК-5 | 312 |
| 6. | : По характеру проявления все отказы делят на # # #: +: внезапные; -: прерывистые; +: постепенные; -: неравномерные. | ПК-5 | 312 |
| 7. | : Основными свойствами надежности являются: +: безотказность; -: электрические; +: долговечность; -: технико-экономические; +: ремонтпригодность; +: сохраняемость; -: безопасность. | ПК-5 | 312 |
| 8. | : Показателями безотказности ремонтируемых объектов являются: +: вероятность безотказной работы; -: средний срок службы; +: параметр истока отказов; -: средний ресурс; +: средняя наработка на отказ. | ПК-5 | 312 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|--|-------------|-----|
| 9. | : Показателями долговечности являются: +: гамма-процентный ресурс; -: интенсивность отказов; +: средний ресурс; -: средний срок сохраняемости; +: гамма-процентный срок службы; +: средний срок службы. | ПК-5 | 312 |
| 10. | : Показателями ремонтпригодности являются: +: вероятность восстановления; -: вероятность безотказности работы; +: интенсивность восстановления; +: среднее время восстановления; -: средняя наработка на отказ. | ПК-5 | У10 |
| 11. | : Показателями сохраняемости являются: +: средний срок сохраняемости; -: интенсивность отказов; -: средний срок службы; +: гамма-процентный срок сохраняемости. | ПК-5 | У10 |
| 12. | : Вероятность безотказной работы изменяется в пределах ###, о.е.: -: $-\infty \div 0$ +: $0 \div 1,0$ -: $1 \div +\infty$ | ПК-5 | У10 |
| 13. | Заданный ресурс электродвигателей составляет 1500 ч. Все двигатели работали без отказа более 1500 ч. Вероятность безотказной работы двигателей составляет: -: 0; -: 0,8; +: 1,0. | ПК-5 | У10 |
| 14. | : Интенсивность отказов выражается в: -: процентах; +: средним числом отказов в единицу времени; -: часах. | ПК-5 | У10 |
| 15. | : Надежность электрооборудования выше, если интенсивность отказов: +: меньше; -: больше; -: остается неизменным. | ПК-5 | У10 |
| 16. | : Комплексными показателями надежности являются: +: коэффициент готовности; -: вероятность безотказной работы; +: коэффициент оперативной готовности; -: интенсивность отказов; | ПК-5 | У10 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|---|-------------|-----|
| | +: коэффициент технического использования. | | |
| 17. | : Простейшее вероятное описание случайной величины осуществляется характеристиками: -: интегральная функция; +: интервал возможных значений; +: математическое ожидание; -: дифференциальная функция; +: дисперсия; +: среднее квадратичное отклонение; +: коэффициент вариации. | ПК-5 | У10 |
| 18. | : Простейшее вероятное описание случайной величины осуществляется характеристиками: -: интегральная функция; +: интервал возможных значений; +: математическое ожидание; -: дифференциальная функция; +: дисперсия; +: среднее квадратичное отклонение; +: коэффициент вариации. | ПК-5 | У10 |
| 19. | : Основной закон надежности определяется выражением: -: $P(t)=1-\lambda t$ -: $P(t)=e^{-t/T_0}$ $-\int_0^t \lambda(t) dt$ +: $P(t)= e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$ | ПК-5 | 312 |
| 20. | : При экспоненциальном распределении основной закон надежности характеризуется: +: $\lambda(t)=const$ - интенсивность отказов; -: $\mu(t)=const$ - интенсивность восстановления; -: $f(t)=const$ - частота отказов. | ПК-5 | 312 |
| 21. | : Типовыми законами распределения являются -: теория массового обслуживания; +: нормальный; -: основной закон надежности; +: экспоненциальный +: Вейбулла. | ПК-5 | 312 |
| 22. | : При экспоненциальном законе распределения вероятность безотказной работы определяется выражением: -: $P(t) = e^{-\lambda_0 t^k}$ +: $P(t) = e^{-\lambda t}$ $-\int_0^t \lambda(t) dt$: $P(t)= e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$ | ПК-5 | 312 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|--|-------------|-----|
| 23. | Показатели надежности определяют для решения следующих задач: +: определения причин отказов; +: определения трудоемкости ТО; +: разработки рекомендаций по ТО электроустановки;: | ПК-5 | 312 |
| 24. | : К методам определения показателей надежности относятся: +: экспериментальный метод; +: простейший метод; +: коэффициентный метод; +: метод структурных схем; +: метод математического моделирования; -: статистический метод; -: профилактический метод; -: вероятностный метод. | ПК-5 | 312 |
| 25. | : Расчет надежности по экспериментальному методу выполняется в следующей последовательности: D1: определение причин возникновения отказа; D2: выбор показателей надежности; D3: выбор внешних условий испытания; D4: определение плана испытания; D5: определение объема выборки; D6: проведение испытаний; D7: обработка результатов | ПК-5 | 312 |
| 26. | : Порядок применения коэффициентного метода расчета надежности следующий: D1: уточнить исходные данные; D2: определить коэффициент надежности; D3: определить коэффициент влияния; D4: расчет эксплуатационной надежности. | ПК-5 | 312 |
| 27. | : К коэффициентам влияния для электропривода относятся: +: качество напряжения; +: нагрузка электропривода; +: окружающая среда; +: воздействие ЭТС; +: воздействие защиты электропривода; | ПК-5 | 312 |
| 28. | : Структурные схемы условно разделяют на: +: последовательные; +: параллельные; +: смешанные; -: специализированные; -: поверхностные. | ПК-5 | 312 |
| 29. | : При последовательном соединении структурной схемы надежность схемы # # # надежности самого надежного элемента: +: хуже; -: лучше; -: равно. | ПК-5 | 312 |
| 30. | : При параллельном соединении структурной схемы надежность схемы # # # надежности самого надежного элемента: -: хуже; | ПК-5 | 312 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|--|-------------|-----|
| | +: лучше; : равно. | | |
| 31. | : Если средняя наработка на отказ 65 часов и среднее время восстановления 1,25 часа, то коэффициент готовности равен: -: 0,95; +: 0,98; -: 0,90. | ПК-5 | 312 |
| 32. | : Вероятность безотказной работы системы из трех последовательных элементов с вероятностями безотказной работы 0,7; 0,8; 0,9 составляет: -: 0,304; +: 0,504; -: 0,804. | ПК-5 | 312 |
| 33. | : Вероятность безотказной работы системы из трех параллельных элементов с вероятностями безотказной работы 0,5; 0,6; 0,7 составляет: -: 0,74; -: 0,84; +: 0,94. | ПК-5 | 312 |
| 34. | : Структурная схема, состоящая из m параллельных ветвей, каждая из которых состоит из n последовательных элементов, моделирует систему с # # # резервированием: +: общим | ПК-5 | 312 |
| 35. | : Структурная схема, в которой последовательно соединены n групп, состоящих из m параллельно включенных элементов, моделирует систему с # # # резервированием +: раздельным. V1:02 V2:06 | ПК-5 | 312 |
| 36. | : При общем резервировании надежность системы # # # с увеличением числа параллельных ветвей: +: увеличивается | ПК-5 | 312 |
| 37. | : При раздельном регулировании для повышения надежности системы необходимо: +: увеличить число резервирующих элементов в группе; +: увеличить число групп и число параллельных ветвей в группе; -: уменьшить число ветвей в группе. | ПК-5 | H7 |
| 38. | : Интенсивность отказов магнитных пускателей при вероятности безотказной работы 0,92 на 5000 часов наработки составляет: 1,6*10 ⁻¹ ; : 1,6*10 ⁻³ ; +:1,6*10 ⁻⁵ ; -:1,6*10 ⁻⁸ . | ПК-5 | H7 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|---|-------------|-----|
| 39. | : При нагруженном резерве рабочие и резервное электрооборудование находятся в: -: разных условиях окружающей среды; +: одинаковых условиях окружающей среды; -: разных условиях электрического питания; +: одинаковых условиях электропитания; +: условиях, когда имеют одинаковые интенсивности отказов. | ПК-5 | Н7 |
| 40. | При ненагруженном резерве рабочие и резервное электрооборудование находятся под нагрузкой, а резервное электрооборудование находится в условиях, когда: -: электрическое питание включено; +: электрическое питание выключено; -: окружающая среда разная; +: окружающая среда одинаковая; -: интенсивность отказов имеет какое-то значение; +: интенсивность отказов равна нулю. | ПК-5 | Н7 |
| 41. | : Для электрооборудования, пребывающего в облегченном резерве: -: интенсивность отказов равна нулю; +: интенсивность отказов меньше, чем при нагруженном резерве; +: интенсивность отказов не равна нулю; -: электрическое питание выключено; +: электрическое питание включено. | ПК-5 | Н7 |
| 42. | : Постоянное резервирование означает, что: +: резервное электрооборудование включено параллельно с основным на все время работы; -: включено только на короткое время; +: резервы и основное электрооборудование работает в одинаковых условиях; -: работают в разных условиях. | ПК-5 | Н7 |

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|----|--|-------------|-----|
| 1. | . Общее определение надежности объекта. Понятие о надежности системы электроснабжения промышленного предприятия. | ПК-5 | 312 |
| 2. | Совокупность математических моделей надежности элементов и СЭС, используемых на практике, их сходство и отличие. | ПК-5 | 312 |
| 3. | Безотказность, ремонтпригодность, долговечность и сохраняемость – свойства, определяющие надежность объекта. | ПК-5 | 312 |
| 4. | Три направления в решении задачи математических моделей надежности. | ПК-5 | 312 |
| 5. | Восстанавливаемые и невосстанавливаемые объекты. | ПК-5 | 312 |
| 6. | Основные показатели надежности – единичные и комплексные. | ПК-5 | 312 |
| 7. | . Нормирование надежности в Правилах устройства электроустано- | ПК-5 | У10 |

| № | Содержание | Компетенция | ИДК |
|-----|---|-------------|-----|
| | вок. | | |
| 8. | Последствия перерывов электроснабжения и их технико-экономическая оценка. | ПК-5 | У10 |
| 9. | Приближенные вычисления показателей надежности. | ПК-5 | У10 |
| 10. | Прямой и дополнительный ущерб. | ПК-5 | 312 |
| 11. | . Показатели надежности невосстанавливаемых элементов системы электроснабжения | ПК-5 | У10 |
| 12. | . Понятие о расчетных отказах систем электроснабжения. Расчетные отказы | ПК-5 | У10 |
| 13. | Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения | ПК-5 | У10 |
| 14. | . Важность элементов на вероятностном уровне задания системы. Способы получения оценок и области их использования | ПК-5 | У10 |
| 15. | Способы представления математических моделей: словесный, графический, аналитический | ПК-5 | У10 |
| 16. | Показатели плановых ремонтов элементов систем электроснабжения: периодичность проведения, ремонтпригодность, коэффициент простоя в плановых ремонтах. | ПК-5 | 312 |
| 17. | Коэффициенты готовности и простоя, коэффициент аварийности (опасность отказов). | ПК-5 | Н7 |
| 18. | Вероятность отказа, параметр потока восстановления для восстанавливаемых объектов. | ПК-5 | Н7 |
| 19. | Общие сведения о логико-вероятностных методах расчета надежности. Основные этапы | ПК-5 | Н7 |

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

| 1. | В результате испытаний 50 ламп накаливания в течение 2000 ч вышло из строя 9 приборов. Нарботка до отказа ламп составила: $t_1 = 620$, $t_2 = 815$, $t_3 = 933$, $t_4 = 1012$, $t_5 = 1023$, $t_6 = 1214$, $t_7 = 1516$, $t_8 = 1908$ и $t_9 = 2000$ ч. Предполагается показательный закон распределения наработки до отказа. Требуется определить среднюю наработку до отказа и оценить ее доверительный интервал при $\delta = 0,1$. | ПК-5 | У10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--|------|-----|--------|------|------|------|---|---|---|---|-----------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 2. | В результате ресурсных испытаний 10 нагревательных элементов получены следующие статистические данные о наработке до отказа: $t_1 = 302$, $t_2 = 514$, $t_3 = 758$, $t_4 = 840$, $t_5 = 1230$, $t_6 = 1514$, $t_7 = 2914$, $t_8 = 3066$, $t_9 = 4213$, $t_{10} = 6504$ ч. Требуется определить среднюю наработку до отказа и ее нижнюю доверительную границу, если $\delta = 0,05$. Закон распределения отказов экспоненциальный. | ПК-5 | У10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. | Испытания 10 электродвигателей на этапе старения дали следующие результаты (таблица 3.5). Таблица 3.5 | ПК-5 | У10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>№ изд.</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t_i, ч</td> <td>1500</td> <td>1000</td> <td>700</td> <td>2000</td> <td>1000</td> <td>1000</td> <td>1500</td> </tr> </tbody> </table> | | | № изд. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | t_i , ч | 1500 | 1000 | 700 | 2000 | 1000 | 1000 | 1500 |
| № изд. | 1 | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | |
| t_i , ч | 1500 | 1000 | 700 | 2000 | 1000 | 1000 | 1500 | | | | | | | | | | | | |
| | Время наработки до отказа подчинено нормальному закону. Требуется определить математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|----|---|------|-----|
| | нение, а для наработки до отказа найти доверительный интервал с вероятностью $\delta = 0,2$. | | |
| 4. | Для условий задачи 33 при заданной доверительной вероятности $\delta = 0,2$ найти нижнюю границу доверительного интервала для оценки вероятности безотказной работы за время $t_i = 2000$ ч. | ПК-5 | У10 |
| 5. | Автоматическая система состоит из 100 элементов, имеющих $\lambda = 1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$. Применяется дублирование системы. Найти характеристики надежности и определить выигрыш в надежности от дублирования, если система должна работать 100 ч | ПК-5 | У10 |
| 6. | Система состоит из двух однотипных элементов, Для повышения ее надежности предложено два варианта: резервирование по способу замещения с ненагруженным состоянием резервных элементов и скользящее резервирование при одном резервном элементе. Какой из вариантов повышения надежности более целесообразен, если интенсивность отказов элементов λ . | ПК-5 | У10 |
| 7. | На насосной станции садоводческого товарищества установлен центробежный насос, вероятность безотказной работы которого в течение 300 ч равна 0,96. Имеется второй такой же агрегат в ненагруженном резерве. Определить вероятность безотказной работы и наработку до отказа насосной станции с двумя агрегатами. | ПК-5 | У10 |
| 8 | Какова вероятность безотказной работы машины постоянного тока, структурная схема надежности которой состоит из коллекторно-щеточного механизма $P_1(t) = 0,92$, подшипникового узла $P_2(t) = 0,95$, обмотки якоря $P_3(t) = 0,99$ и обмотки возбуждения $P_4(t) = 0,99$. Данные приведены для наработки 5000 ч. | ПК-5 | 312 |
| 9 | Резервированная система состоит из основного элемента \mathcal{E}_1 и двух резервных элементов \mathcal{E}_2 и \mathcal{E}_3 . При отказе основного элемента в работу включается элемент \mathcal{E}_2 , при отказе \mathcal{E}_2 – элемент \mathcal{E}_3 . В выключенном состоянии резервный элемент отказать не может. Интенсивность потока отключений основного элемента λ_1 , резервных элементов в рабочем состоянии – λ_2 . Поток отказов простейший. Определить надежность системы в различных состояниях. | ПК-5 | 312 |
| 10 | В системе питания электроприемника включено два предохранителя. Интенсивность отказов каждого из них $\lambda = 5 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1}$, интенсивность восстановления $\mu = 2 \text{ ч}^{-1}$. При отказе любого из предохранителей электроустановка неработоспособна. При этом исправный предохранитель не отключается, и в нем могут происходить отказы. Необходимо определить значение коэффициента готовности. | ПК-5 | 312 |

**5.3.2.4. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы
(Не предусмотрены)**

**5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчетно-графической) работы
(Не предусмотрены)**

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

| Компетенция ПК-2 Способен участвовать в проведении испытаний электроустановок | | | | | |
|--|--|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Индикаторы достижения компетенции ПК-2 | | Номера вопросов и задач | | | |
| Код | Содержание | вопросы к экзамену | задачи к зачёту | вопросы к зачету | вопросы по курсовому проекту (работе) |
| 310 | Стандартные методы оценки надежности электроустановок | - | 1,2,5,7, | 4,6,14,20,25 | - |
| Компетенция ПК-5 Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей | | | | | |
| 312 | Показатели надежности систем электроснабжения и методы их оценки | - | - | 1-3-5; 11-12; 14-23; 26-29; | - |
| У10 | Определять показатели надежности систем электроснабжения | - | 1-11 | 25-31; | - |
| Н7 | Обоснования схем систем электроснабжения с заданным уровнем надежности | - | 12,13,14 | - | - |

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

| Компетенция ПК-2 Способен участвовать в проведении испытаний электроустановок | | | | | |
|--|--|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Индикаторы достижения компетенции ПК-2 | | Номера вопросов и задач | | | |
| Код | Содержание | вопросы к экзамену | задачи к зачёту | вопросы к зачету | вопросы по курсовому проекту (работе) |
| 310 | Стандартные методы оценки надежности электроустановок | - | 1,2,5,7, | 4,6,14,20,25 | - |
| Компетенция ПК-5 Способен обеспечить эффективное использование и надежную работу систем электроснабжения и электроприемников сельскохозяйственных потребителей | | | | | |
| 312 | Показатели надежности систем электроснабжения и методы их оценки | - | - | 1-3-5; 11-12; 14-23; 26-29; | - |
| У10 | Определять показатели надежности систем электроснабжения | - | 1-11 | 25-31; | - |
| Н7 | Обоснования схем систем электроснабжения с заданным уровнем надежности | - | 12,13,14 | - | - |

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

| № | Библиографическое описание | Тип издания | Вид учебной литературы |
|----|---|---------------|------------------------|
| 1 | Помогаев Ю. М. Надежность систем электроснабжения: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Ю. М. Помогаев, В. В. Картавцев, В. И. Серебровский; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014/ - 143 с. [ЦИТ 10218] [ПТ] | Учебное | Основная |
| 2 | Хорольский В. Я. Надежность электроснабжения: Учебное пособие - Москва: Издательство "ФОРУМ", 2017/ - 128 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум] | Учебное | Основная |
| 3 | Аполлонский С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [электронный ресурс]: учеб. пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев - Москва: Лань, 2011 - 448 с. [ЭИ] [ЭБС Лань] | Учебное | Дополнительная |
| 4 | Вентцель Е. С. Исследование операций : задачи, принципы, методология: учеб. пособие для студентов вузов / Е. С. Вентцель - М.: Дрофа, 2004 - 208 с. | Учебное | Дополнительная |
| 5. | Помогаев Ю. М. Практикум по электроснабжению "Надежность и режимы": учебное пособие [для студентов вузов, обучающихся по направлению 35.03.06 "Агроинженерия", профиль подготовки бакалавра "Электрооборудование и электротехнологии в АПК"] / Ю. М. Помогаев, В. В. Картавцев, И. В. Лакомов; Воронежский государственный аграрный университет - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2016 - 191 с. [ЦИТ 15086] [ПТ] | методическое | |
| 6 | Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998- | Периодическое | |

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

| № | Название | Размещение |
|---|-----------------------------|---|
| 1 | Лань | https://e.lanbook.com |
| 2 | ZNANIUM.COM | http://znanium.com/ |
| 3 | ЮРАЙТ | http://www.biblio-online.ru/ |
| 4 | IPRbooks | http://www.iprbookshop.ru/ |
| 5 | E-library | https://elibrary.ru/ |
| 6 | Электронная библиотека ВГАУ | http://library.vsau.ru/ |

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

| № | Название | Адрес доступа |
|---|---|---|
| 1 | Портал открытых данных РФ | https://data.gov.ru/ |
| 2 | Портал государственных услуг | https://www.gosuslugi.ru/ |
| 3 | Профессиональные справочные системы «Кодекс» | https://техэксперт.сайт/sistema-kodeks |
| 4 | Аграрная российская информационная система. | http://www.aris.ru/ |
| 5 | Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям | http://agris.fao.org/ |

6.2.3. Сайты и информационные порталы

| № | Название | Размещение |
|---|--|---|
| 1 | Все ГОСТы | http://vsegost.com/ |
| 2 | Российское хозяйство.Электротехника. | http://rushoz.ru/selhoztehnika/ |
| 3 | TECHSERVER.ru: Ваш путеводитель в мире техники | http://techserver.ru/ |

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

7.1.1. Для контактной работы

| № п/п | Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий | Перечень основного оборудования, приборов и материалов |
|-------|---|--|
| 1. | Лекционная аудитория №128, модуль | <p>Лекционная аудитория №128, модуля, оснащенные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - видеопроекционным оборудованием для презентаций; - средствами звуковоспроизведения; - экраном; - выходом в локальную сеть и Интернет. <p>Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин.</p> |
| 2. | Лаборатория для проведения лабораторных занятий №128 ,модуль | <p>Аудитория №128, модуль , для проведения лабораторных занятий оснащена следующим оборудованием:</p> <ul style="list-style-type: none"> стенд для проверки и исследования режимов работы водонагревателей; стенд для проверки и исследования режимов работы калориферов; стенд для проверки и исследования режимов работы устройств защиты УЗО, УВТЗ, защита по току; стенд для проверки и исследования режимов работы холодильных агрегатов; стенд для проверки и исследования режимов работы электроприемников при отклонении напряжения от номинального; стенд для проверки и исследования режимов работы водонапорных башен; стенд для проверки и исследования режимов работы фотогенераторов; стенд для проверки и исследования режимов работы сварочного трансформатора; устройство микропроцессорной защиты (Сириус- 2Л); комплект приборов (тестеры, мегаомметры, импульсные блоки питания, соединительные провода и зажимы). |

7.1.2. Для самостоятельной работы

| № уч. corp | № ауд. | Название аудитории | Перечень оборудования |
|------------|----------------|--------------------------------------|--|
| 3 | 309, 219, м.к. | Помещение для самостоятельной работы | Комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу. |

7.2. Программное обеспечение**7.2.1. Программное обеспечение общего назначения**

| № | Название | Размещение |
|---|--|--------------------------|
| 1 | Операционные системы MS Windows / Linux | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 2 | Пакеты офисных приложений Office MS Windows / OpenOffice | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 3 | Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 4 | Браузеры Google Chrome / Mozilla Firefox / Internet Explorer | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 5 | Антивирусная программа DrWeb ES | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 6 | Программа-архиватор 7-Zip | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 7 | Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 8 | Платформа онлайн-обучения eLearning server | ПК в локальной сети ВГАУ |
| 9 | Система компьютерного тестирования AST Test | ПК в локальной сети ВГАУ |

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

| № | Название | Размещение |
|----|--|---|
| 1. | Пакет разработки ПО для контроллеров LOGO! Soft Comfort Demo | https://new.siemens.com/global/en.html |

8. Междисциплинарные связи

| Дисциплина, с которой необходимо согласование | Кафедра, на которой преподается дисциплина | ФИО: заведующего кафедрой |
|---|--|-----------------------------|
| Б1.В.03 «Эксплуатация систем электроснабжения» | Электротехники и автоматики | Афоничев Дмитрий Николаевич |
| Б1.В.05 «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения» | Электротехники и автоматики | Афоничев Дмитрий Николаевич |

