

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

УТВЕРЖДАЮ

Декан агроинженерного факультета

Оробинский В.И.

«24» июня 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
Б1.В.03 Эксплуатация систем электроснабжения

Кафедра электротехники и автоматики

доцент, кандидат технических наук, доцент Помогаев Юрий Михайлович

Воронеж – 2021 г.

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 23 июня 2021 г.)

Заведующий кафедрой  Афони́чев Д.Н.

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 10 от 24 июня 2021 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

Подготовка специалистов к самостоятельной инженерной деятельности по организации эффективной эксплуатации электроустановок, электроустановок и средств автоматизации, предприятий АПК с различными формами собственности.

1.2. Задачи дисциплины

Повышение качества электроустановок за счет его совершенствования и своевременной замены устаревших изделий, улучшение обслуживания, оптимизация режимов использования и внедрения автоматизации, тщательное согласование технологических процессов сельскохозяйственного производства с возможностями электроустановок, снижение энергоемкости процессов и повышение качества выпускаемой продукции, улучшение моральных, трудовых и бытовых условий специалистов электротехнических служб, совершенствование формы, структуры и принципов управления электротехнической службы (ЭТС), улучшение способов технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов, достижение четкого взаимодействия подразделений и специалистов службы.

1.3. Предмет дисциплины

Основные закономерности, правила и способы выбора (комплектования), использования, технического обслуживания и ремонта электроустановок систем электроснабжения в условиях сельского хозяйства, а также методы решения эксплуатации.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Блок «Дисциплины», часть, формируемая участниками образовательных отношений, обязательная.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Б1.В.02 «Испытания электроустановок», 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	38	Стандартные методы оценки безопасности электроустановок
Тип задач профессиональной деятельности – технологический			
ПК-4	Способен организовать эксплуатацию электроустановок	31	Способы организации технологических процессов технического обслуживания и ремонта электроустановок
		37	Технические средства, оборудование, программное обеспечение для учета электроэнергии
		У1	Разрабатывать технологический процесс производства работ по техническому обслуживанию электроустановок
		Н2	Разработки мероприятий по повышению производительности труда при техническом обслуживании, ремонте и эксплуатации электроустановок

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	3	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	4/144	4/144
Общая контактная работа, ч	44,75	44,75
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	99,25	99,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	42	42
лекции	14	14
практические занятия, всего	28	28
из них в форме практической подготовки	10	10
лабораторные работы, всего	–	–
из них в форме практической подготовки	–	–
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта	–	–
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы	1,75	1,75
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	72,5	72,5
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	1	1
групповые консультации	0,5	0,5
курсовая работа	0,25	0,25
курсовой проект	–	–
экзамен	0,25	0,25
зачет с оценкой	–	–
зачет	–	–
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	26,75	26,75
выполнение курсового проекта	–	–
выполнение курсовой работы	9	9
подготовка к экзамену	17,75	17,75
подготовка к зачету с оценкой	–	–
подготовка к зачету	–	–
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	курсовая работа, экзамен	курсовая работа, экзамен

3.2. Заочная форма обучения

Показатели	Курс	Всего
	1	
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	4/144	4/144
Общая контактная работа, ч	14,75	14,75
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	129,25	129,25
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы)	12	12
лекции	6	6
практические занятия, всего	6	6
из них в форме практической подготовки	6	6
лабораторные работы, всего	–	–
из них в форме практической подготовки	–	–
индивидуальные консультации при выполнении курсового проекта	–	–
индивидуальные консультации при выполнении курсовой работы	1,75	1,75
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	102,5	102,5
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы)	1	1
групповые консультации	0,5	0,5
курсовая работа	0,25	0,25
курсовой проект	–	–
экзамен	0,25	0,25
зачет с оценкой	–	–
зачет	–	–
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы)	26,75	26,75
выполнение курсового проекта	–	–
выполнение курсовой работы	9	9
подготовка к экзамену	17,75	17,75
подготовка к зачету с оценкой	–	–
подготовка к зачету	–	–
Форма промежуточной аттестации (зачёт (зачет с оценкой), экзамен, защита курсового проекта (работы))	курсовая работа, экзамен	курсовая работа, экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1. Общие требования к организации работ по эксплуатации электроустановок систем электроснабжения.

Подраздел 1.1. Основные понятия и определения теории эксплуатации. Параметры электрооборудования и области его эффективного использования по назначению. Характеристика внешней среды и качества электрической энергии и их дестабилизирующее воздействие на работу ЭО.

Раздел 2. Структура электроэнергетической отрасли.

Подраздел 2.1. Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны. Задачи ЭТС и ее место в АПК. Формы эксплуатации электроустановок. Структуры электротехнических служб.

Раздел 3. Обслуживание оборудования подстанций.

Подраздел 3.1. Эксплуатация силовых трансформаторов. Эксплуатация коммутационных аппаратов. Эксплуатация выключателей высокого напряжения. Эксплуатация кабельных и воздушных линий электропередач

Раздел 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения

Подраздел 4.1 Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования. Потери электроэнергии в электрических сетях. Потери электроэнергии в трансформаторах. Потери электроэнергии в линии электропередачи.

Раздел 5. Техническая документация на энергопредприятии.

Подраздел 5.1 Оптовый рынок электроэнергии. Тарифы на электроэнергию Обзор оперативной документации. Требования к персоналу энергопредприятий.

Практическая подготовка по дисциплине включает в себя проведение практических занятий на профильных предприятиях (организациях): филиал ПАО «Россети Центр» – «Воронежэнерго», филиал ПАО «Россети Центр» – «Липецкэнерго», с использованием их материально-технической базы, а также в лаборатории 128мод. и на учебном полигоне кафедры электротехники и автоматики в объеме указанном в таблицах 3.1.и 3.2.

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 требования к организации работ по эксплуатации электроустановок систем электроснабжения	2	-	4	8
Подраздел 1.1. Основные понятия и определения теории эксплуатации.	2	-	4	8
Раздел 2. Структура электроэнергетической отрасли	4	-	6	16
Подраздел 2.1. Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны.	4	-	6	16
Раздел 3. Обслуживание оборудования подстанций.	4	-	6	16
Подраздел 3.1. Эксплуатация силовых трансформаторов.	4	-	6	16
Раздел 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения	2	-	8	12
Подраздел 4.1 Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования	2	-	8	12
Раздел 5. Техническая документация на энергопредприятия	2	-	4	20,5
Подраздел 5.1 Оптовый рынок электроэнергии.	2	-	4	20,5
Всего	14	-	28	72,5

4.2.2. Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР
	лекции	ЛЗ	ПЗ	
Раздел 1. Общие требования к организации работ по эксплуатации электроустановок систем электроснабжения	2	–	–	20
Подраздел 1.1. Основные понятия и определения теории эксплуатации.	2	–	–	20
Раздел 2. Структура электроэнергетической отрасли	–	–	2	20
Подраздел 2.1. Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны.	–	–	2	20
Раздел 3. Обслуживание оборудования подстанций.	2	–	–	18
Подраздел 3.1. Эксплуатация силовых трансформаторов.	2	–	–	18
Раздел 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения	2	–	–	18
Подраздел 4.1 Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования	2	–	–	18
Раздел 5. Техническая документация на энергопредприятия	–	–	4	26,5
Подраздел 5.1 Оптовый рынок электроэнергии.	–	–	4	26,5
Всего	6	–	6	102,5

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

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем ч.	
			Оч- ное	Заочное
Подраздел 1.1. Основные понятия и определения теории эксплуатации			8	20
1	Параметры электрооборудования и области его эффективного использования по назначению. Характеристика внешней среды и качества электрической энергии и их дестабилизирующее воздействие на работу ЭО.	Помогаев Ю.М. Пархоменко Г.А. Коробов Г.В. Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса. Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. -414 с. Гриф УМО с.159-230 с.83-95	8	20
Подраздел 2.1. Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны.			16	20
2	Задачи ЭТС и ее место в АПК. Формы эксплуатации электроустановок. Структуры электротехнических служб.	Помогаев Ю.М. Пархоменко Г.А. Коробов Г.В. Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса. Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. -414 с. Гриф УМО с.159-230 с.98-108	16	20
Подраздел 3.1.Эксплуатация силовых трансформаторов.			16	18
3	Эксплуатация коммутационных аппаратов. Эксплуатация выключателей высокого напряжения. Эксплуатация кабельных и воздушных линий электропередач	Помогаев Ю.М. Пархоменко Г.А. Коробов Г.В. Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса. Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. -414 с. Гриф УМО с.159-230 с.113-122	16	18
Подраздел 4.1 Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования			12	18
4	Потери электроэнергии в электрических сетях. Потери электроэнергии в трансформаторах Потери электроэнергии в линии электропередачи.	Помогаев Ю.М. Пархоменко Г.А. Коробов Г.В. Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса. Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. -414 с. Гриф УМО с.159-230 с.159-200	12	18
Подраздел 5.1 Оптовый рынок электроэнергии.			20,5	26,5

5	Тарифы на электроэнергию Обзор оперативной документации Требования к персоналу энергопредприятий	Помогаев Ю.М. Пархоменко Г.А. Коробов Г.В. Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса. Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2013. -414 с. Гриф УМО с.159-230 с.374-387	20,5	26,5
Всего часов			72,5	102,5

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. Основные понятия и определения теории эксплуатации	ПК-2	З8 У1
Подраздел 2.1. Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны.	ПК5	З1 У1 Н1
Подраздел 3.1. Эксплуатация силовых трансформаторов.	ПК-4	З1 У1 Н1
Подраздел 4.1 Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования	ПК-4	З1 У1 Н1
Подраздел 5.1 Оптовый рынок электроэнергии.	ПК-4	З1 У1 Н1

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки			
Академическая оценка по 4-х балльной шкале	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на экзамене, зачете с оценкой

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Студент показал полные и глубокие знания программного материала, логично и аргументировано ответил на все вопросы экзаменационного билета, а также на дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать сложные задачи дисциплины
Хорошо, продвинутый	Студент твердо знает программный материал, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответе, достаточно полно ответил на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, способен самостоятельно решать стандартные задачи дисциплины
Удовлетворительно, пороговый	Студент показал знание только основ программного материала, усвоил его поверхностно, но не допускал грубых ошибок или неточностей, требует наводящих вопросов для правильного ответа, не ответил на дополнительные вопросы, способен решать стандартные задачи дисциплины с помощью преподавателя

Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Студент не знает основ программного материала, допускает грубые ошибки в ответе, не способен решать стандартные задачи дисциплины даже с помощью преподавателя
---	--

Критерии оценки при защите курсового проекта (работы)

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Отлично, высокий	Структура и содержание курсового проекта (работы) полностью соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах отсутствуют логические и алгоритмические ошибки, все выводы и предложения достоверны и аргументированы; студент показал полные и глубокие знания по изученной проблеме, логично и аргументировано ответил на все вопросы, связанные с защитой курсового проекта (работы)
Хорошо, продвинутый	Структура и содержание курсового проекта (работы) в целом соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах отсутствуют логические и алгоритмические ошибки, но отдельные выводы и предложения вызывают сомнение и не до конца аргументированы; студент твердо знает материал по теме исследования, грамотно его излагает, не допускает существенных неточностей в ответах, достаточно полно отвечает на вопросы, связанные с защитой курсового проекта (работы)
Удовлетворительно, пороговый	Структура и содержание курсового проекта (работы) не полностью соответствуют предъявляемым требованиям, в расчетах допущены не грубые логические и алгоритмические ошибки, оказавшие несущественное влияние на результаты расчетов, отдельные выводы и предложения вызывают сомнение и не до конца аргументированы; студент показал знание только основ материала по теме исследования, усвоил его поверхностно, но не допускал при ответе на вопросы грубых ошибок или неточностей
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Структура и содержание курсового проекта (работы) не соответствуют предъявляемым требованиям; в расчетах допущены грубые логические или алгоритмические ошибки, повлиявшие на результаты расчетов и достоверность сделанных выводов и предложений; студент не знает основ материала по теме исследования, допускает при ответе на вопросы грубые ошибки и неточности

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

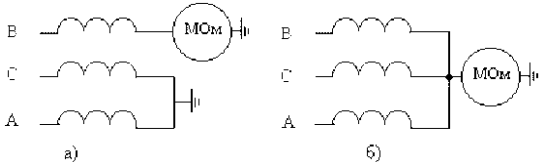
5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Общие требования к организации работ по эксплуатации электроустановок систем электроснабжения.	ПК-2	38
2	Основные понятия и определения теории эксплуатации	ПК-2	38
3	Параметры электрооборудования и области его эффективного использования по назначению.	ПК-2	38
4	Характеристика внешней среды и качества электрической энергии и их дестабилизирующее воздействие на работу ЭО.	ПК-4	31
5	Структура электроэнергетической отрасли.	ПК-4	31
6	Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны	ПК-4	H2
7	Задачи ЭТС и ее место в АПК.	ПК-4	H2
8	Формы эксплуатации электроустановок.	ПК-4	H2
9	Структуры электротехнических служб.	ПК-4	H2
10	Обслуживание оборудования подстанций.	ПК-4	У1
11	Эксплуатация силовых трансформаторов.	ПК-4	У1
12	Особенности работы трансформаторов в сельских сетях.	ПК-4	
13	Прием трансформаторов в эксплуатацию.	ПК-4	У1
14	Определение условий включения трансформаторов без сушки.	ПК-4	
15	Нормальные и аварийные перегрузки трансформаторов (определение коэффициента загрузки трансформатора).	ПК-4	У1
16	Основные неисправности трансформаторов.	ПК-4	У1
17	Сушка трансформаторов методом потерь в стали.	ПК-4	У1
18	Сушка трансформаторов токами нулевой последовательности.	ПК-4	У1
19	Эксплуатация коммутационных аппаратов.	ПК-4	У1
20	Эксплуатация выключателей высокого напряжения	ПК-4	У1
21	Эксплуатация кабельных и воздушных линий электропередач	ПК-4	У1
22	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	ПК-4	37
23	Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования	ПК-4	37
24	Потери электроэнергии в электрических сетях.	ПК-4	37
25	Техническая документация на энергопредприятии	ПК-4	37
26	Оптовый рынок электроэнергии	ПК-4	37
27	Тарифы на электроэнергию	ПК-4	37
28	Обзор оперативной документации.	ПК-4	37
29	Требования к персоналу энергопредприятий	ПК-4	37

5.3.1.2. Задачи к экзамену

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Определить емкость и мощность конденсаторной батареи для компенсации реактивной мощности электроустановки. Если известно, что номинальная мощность на вводе в электроустановку равна 100 кВт, показания счетчиков активной и реактивной энергии $W_A=400$ кВт·ч; $W_P=700$ кВт·ч; соответственно. Напряжение сети 380 В. Время	ПК-4	37

	измерений - 24 часа.		
2	Определить реактивную мощность, потребляемую электродвигателем 4А280М6 при степени его загрузки равной 1. Паспортные данные двигателя $P_H = 90 \text{ кВт}$; $\eta_H = 92,5\%$; $\cos \varphi_H = 0,89$; $U_{\text{л}} = 380 \text{ В}$; Ток холостого хода $I_{\text{хх}} = 0,6 \cdot I_H$.	ПК-4	У1
3	Вам необходимо определить емкость конденсаторной батареи для индивидуальной компенсации реактивной мощности электродвигателя 4А280М6 при степени его загрузки равной 0,25.	ПК-4	31
4	Вам необходимо определить емкость конденсаторной батареи для индивидуальной компенсации реактивной мощности электродвигателя 4А280М6 при степени его загрузки равной 0,25.	ПК-4	Н2
5	Во время технологических пауз изоляция электродвигателя 4А180М2, установленного в сыром помещении увлажняется. Принято решение подогревать обмотку электродвигателя во время технологических пауз. Для этого необходимо определить величину емкости конденсатора для предохранительного подогрева.	ПК-4	31
6	При диагностике электродвигателя были измерены сопротивления фазных обмоток постоянному току. В результате измерения были получены следующие значения $R_A = 20 \text{ Ом}$; $R_B = 19,8 \text{ Ом}$; $R_C = 19,9 \text{ Ом}$. Паспортное значение сопротивления фазной обмотки постоянному току равно 20 Ом. Сделать вывод о состоянии фазных обмоток электрических машин	ПК-4	У1
7	В процессе эксплуатации электродвигателя периодически, раз в месяц, проводился контроль состояния корпусной изоляции, и были получены следующие данные: $R_1 = 20 \text{ МОм}$, $R_2 = 15 \text{ МОм}$, $R_3 = 11 \text{ МОм}$. Определить сопротивления изоляции при четвертом измерении, проводимом через такой же период, если тенденция ухудшения изоляции сохраняется.	ПК-4	37
8	В ходе измерения сопротивления изоляции по схемам а) и б) были получены нулевые значения.  а) б) Сделайте вывод о состоянии изоляции электрической машины.	ПК-4	31
9	Проверить устойчивость узла нагрузки состоящего из электродвигателя АИР225М2, трансформатора ТМ250/10-0,4 напряжение короткого замыкания которого равно 4,7% и линии электропередачи длиной 50 м выполненной проводом А35 активное и реактивное значение удельного сопротивления которого составляет: $R_0 = 0,83 \text{ Ом/км}$; $X_0 = 0,41 \text{ Ом/км}$ при среднегеометрическом расстоянии между проводами 2000 мм. Момент трогания рабочей машины равен номинальному моменту двигателя.	ПК-4	37
10	Определить коэффициент соизмеримости мощности трансформатора и пускаемого от него электродвигателя, если известно, что $Z_{\text{дв}} = 0,2 \text{ Ом}$; $Z_{\text{тр}} = 0,02 \text{ Ом}$. $Z_{\text{л}} = 0,02 \text{ Ом}$. Расчетное изменение напряжения в линии $\Delta U_p = 5\%$, кратность пускового тока электродвигателя $K_i = 7,0$; $U_k = 0,04$.	ПК-4	У1
11	Изоляция трансформатора ТМ1600/10-0,4 увлажнена. Необходимо	ПК-4	31

	провести сушку изоляции трансформатора методом потерь в бак при минимальном расходе энергии. Температура окружающей среды равна 20°C.		
12	Необходимо рассчитать параметры намагничивающей обмотки для сушки электродвигателя 4А250S2 потерями в корпусе статора. Температура окружающей среды $t_0 = 20^\circ\text{C}$. Корпус электродвигателя не утеплен.	ПК-4	37
13	Рассчитать намагничивающую обмотку для сушки статора асинхронного двигателя методом потерь в стали статора. Пакет железа статора асинхронного электродвигателя имеет следующие размеры: $D_a = 250\text{ см}$; $D_i + 2h_1 = 197\text{ см}$, где h_1 – высота паза; полная длина пакета стали статора $L_c = 95\text{ см}$; вентиляционных каналов $n = 15$, их ширина $b = 1\text{ см}$; коэффициент заполнения пакета стали статора железом $k = 0,95$.	ПК-4	31
14	Определить номинальную мощность трансформатора ТМ-250/10-0,4, установленного в помещении и его допустимую перегрузку. Если известно, что среднегодовая температура в данной местности (t_{cp}) равна $+7^\circ\text{C}$; длительность максимальной нагрузки (t_{max}) в сутки составляет 8 часов; показания счетчиков активной и реактивной энергии равны $W_a = 300\text{ кВт}\cdot\text{ч}$ и $W_p = 500\text{ кВАр}\cdot\text{ч}$ в сутки; максимальное значение тока (I_{max}) равно 50 А; максимальная загрузка силового трансформатора летом ($S_{max,л}$) равна 210 кВА.	ПК-4	У1
15	Определить численность персонала ЭТС птицефабрики если известно, что затраты труда на проведение технического обслуживания равны 5440 чел-час, затраты труда на проведение текущего ремонта равны 7550 чел-час; затраты труда на проведение капитального ремонта равны 2300 чел-час, и выбрать штат ИТР, если известно, что объем электрооборудования составляет 930 УЕЭ.	ПК-4	Н2
16	Определить гарантированное число электромонтеров обеспечивающих выполнение максимально возможного объема работ при наихудших условиях если в результате обследования получено, что $t_{max} = 14\text{ ч}$; $t_{min} = 10\text{ ч}$; $f_{max} = 10\text{ ч}$, $f_{min} = 6\text{ ч}$, и рассчитанное число электромонтеров $N_{106} = 10$.	ПК-4	31
17	В технических условиях на асинхронные электродвигатели серии 4А указана вероятность безотказной работы $P(t) = 0,9$ за 10000 часов наработки. Необходимо определить интенсивность отказов	ПК-4	37
18	Определить эксплуатационные показатели асинхронных электродвигателей серии 4А, используемых в животноводстве (особо тяжелые условия с номинальной нагрузкой). На зажимах двигателей поддерживается номинальное напряжение. Электроприводы для защиты оснащены тепловыми реле ТРН. Электротехническая служба укомплектована электромонтерами на 50%. Показатели конструктивной надежности: вероятность безотказной работы через 10000 ч использования составляет $P = 0,90$.	ПК-4	Н2
19	Необходимо определить наработку на отказ t_{cp} и коэффициент готовности K_r асинхронного электродвигателя по истечении времени после начала работы $T = 500$ часов, если средняя интенсивность отказов составляет $\lambda = 60 \cdot 10^{-6}\text{ ч}^{-1}$ и интенсивность восстановления работоспособности двигателя после отказа - $\mu = 0,5$ операции по обслуживанию в час. Допустимое время по обслуживанию двигателя $t = 2\text{ ч}$.	ПК-4	37
20	Дана структурная схема эксплуатирующейся на птицефабрике пус-	ПК-4	37

корректирующей аппаратуры (рис). Известны вероятности безотказной работы входящих в нее элементов (указаны на рисунке). Требуется найти вероятность безотказной работы всей системы в целом.

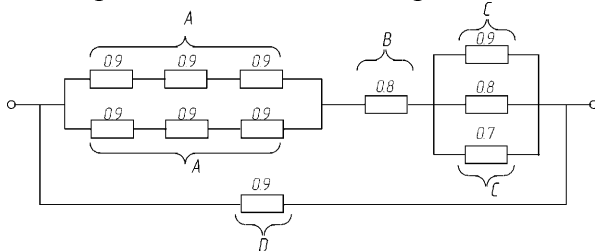


Рисунок - Структурная схема блока пускорегулирующей аппаратуры

5.3.1.3. Вопросы к зачету с оценкой (не предусмотрены)

5.3.1.4. Вопросы к зачету (не предусмотрены)

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

№ п/п	Тема курсового проектирования, курсовой работы
1.	Разработка структуры ремонтно-обслуживающей базы энергетической службы в хозяйстве с проведением расчета обмоток трансформатора при капитальном ремонте. 20 вариантов заданий в зависимости от количества электрооборудования на объектах в отраслях АПК.

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Что включает в себя курс основ эксплуатации электрооборудования.	ПК-2	31
2	Общие требования, обязанности и ответственность потребителей за выполнение правил эксплуатации электрооборудования.	ПК-2	37
3	Организационные основы и производственные структуры предприятий по эксплуатации электроустановок.	ПК-4	У1
4	Организация ремонтно-эксплуатационного обслуживания электрических сетей.	ПК-4	У1
5	Требования к персоналу, эксплуатирующему электроустановки, и его подготовка.	ПК-2	31
6	Управление электрохозяйством.	ПК-2	31
7	Основные требования к трансформаторам и их технические характеристики.	ПК-4	31
8	Выключатели распределительных устройств высокого напряжения и их приводы	ПК-4	31
9	Назначение и виды разъединителей, заземлителей, короткозамыкателей и отделителей	ПК-4	31
10	Измерительные трансформаторы тока и напряжения	ПК-4	31
11	Распределительные устройства и подстанции.	ПК-4	31
12	Шины и арматура распределительных подстанций.	ПК-4	31
13	Эксплуатация релейной защиты, электроавтоматики, телемеханики и вторичных цепей.	ПК-4	31

14	Классификация воздушных линий Электропередачи по напряжению и климатическим условиям	ПК-4	У1
15	Эксплуатация воздушных линий.	ПК-4	У1
16	Допустимые перегрузки линий в аварийных режимах.	ПК-2	38
17	Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ со снятием напряжения. Установка заземлений на ВЛ.	ПК-2	38
18	Схемы замещения электрической изоляции электроустановок.	ПК-4	У1
19	Способы определения влажности изоляции.	ПК-4	У1
20	Прогнозирование технического состояния оборудования по результатам измерения сопротивления изоляции	ПК-4	Н2
21	Особенности работы трансформаторов в сельских сетях.	ПК-4	У1
22	Прием трансформаторов в эксплуатацию.	ПК-4	31
23	Определение условий включения трансформаторов без сушки	ПК-4	31
24	Измерение сопротивления обмоток постоянному току.	ПК-4	31
25	Среднегодовое использование трансформаторов. Контроль нагрузки и температуры.	ПК-4	31

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля

5.3.2.1. Вопросы тестов

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	1.Техническая эксплуатация электрооборудования включает: 1) использование по назначению; 2) текущий ремонт; 3) техническое обслуживание; 4) капитальный ремонт.	ПК-4	31
2	Надёжность электрооборудования характеризуется: 1) безотказностью; 2) долговечностью; 3) ремонтпригодностью; 4) сохраняемостью	ПК-4	31
3	Невосстанавливаемыми элементами пускозащитной аппаратуры являются: 1) плавкие вставки предохранителей; 2) магнитный пускатель; 3) УВТЗ; 4) термодатчик.	ПК-2	38
4	Невосстанавливаемыми элементами пускозащитной аппаратуры являются: 1) плавкие вставки предохранителей; 2) магнитный пускатель; 3) УВТЗ; 4) термодатчик.	ПК-4	37
5	Вероятность безотказной работы по статистическим данным определяется по формуле: 1) $P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N}$;	ПК-4	37

	$2) f(t) = \frac{d[1 - P(t)]}{dt};$ $3) \lambda(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N\Delta t};$ $4) T_1 = \int_0^{\infty} P(t)dt.$		
6	Расчет эксплуатационной надежности ведется: 1) аналитическим методом с использованием данных по интенсивностям отказов электродвигателей; 2) обработкой статических данных об отказах; 3) моделированием на ЭВМ; 4) экспериментальными исследованиями.	ПК-4	Н2
7	Вероятность безотказной работы вакуум-насоса, имеющего резервный электродвигатель на складе, определяется по формуле: 1) $P(t) = e^{-\lambda t};$ 2) $P(t) = e^{-\lambda t} \sum_{j=0}^m \frac{(\lambda t)^j}{j!};$ 3) $P(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1};$ 4) $P(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t).$	ПК-4	Н2
8	Величина тока защиты электромагнитного расцепителя автоматического выключателя определяется по формуле: 1) $P_g \geq P_m;$ 2) $I_{ном.i} \geq I_p;$ 3) $I_{н.р.} \geq K_{н.т.} I_{н.р.};$ 4) $I_{н.э.} \geq K_{н.э.} I_{р.}.$	ПК-4	Н2
9	Рабочей емкостью для включения трехфазного электродвигателя в однофазную сеть являются конденсаторы типа: 1) КБГ-МП; 2) БГТ; 3) ЭП; 4) МБГЧ.	ПК-4	У1
10	Для высоконадежных элементов решение задачи оптимального резервирования производят методом: 1) прямого перебора; 2) динамического программирования; 3) методом множителей Лагранжа; 4) градиентным методом.	ПК-4	У1
11	Прямая постановка оптимизационной задачи имеет вид: 1) $(v_1, v_2, \dots, v_n; h_1, h_2, \dots, h_n) \rightarrow \max [R = \prod_{i=1}^n R_i(v_i, h_i)]$ $\sum_{L=1}^n c_i(v_i, h_i) \leq C^*$ 2) $(v_1, v_2, \dots, v_n; h_1, h_2, \dots, h_n) \rightarrow \min [C = \sum_{i=1}^n c_i(v_i, h_i)]$	ПК-4	У1

	$\prod_{i=1}^n R_i(v_i, h_i) \geq R^*$		
12	В качестве критерия для однозначного определения неисправного элемента при использовании метода последовательных поэлементных проверок применяется: 1) $[P(\prod_k) - 0,5] = \min;$ 2) $t_i/\alpha_i = \min;$ 3) правило: полученные кодовые числа не должны иметь нулей и повторяющихся комбинаций цифр.	ПК-4	У1
13	При обслуживании электрооборудования в сельском хозяйстве система ППРЭсх предусматривает: 1) технические обслуживания согласно графикам; 2) плановые диагностирования через определённые периоды; 3) текущий ремонт по данным оценки технического состояния; 4) капитальные ремонты; 5) плановый ремонт через определенный промежуток времени.	ПК-4	31
14	Пробивное напряжение витковой изоляции фиксируется с помощью прибора: 1) СМ; 2) ЕЛ-1; 3) ЕЛ-15; 4) ВЧФ5-3.	ПК-4	37
15	Детальный осмотр линии и составление ведомости дефектов и недоделок выполняет: 1) приёмочная комиссия; 2) рабочая комиссия; 3) государственная приёмочная комиссия.	ПК-4	У1
16	При осмотре трассы воздушной линии с помощью отвеса контролируют: 1) смещение опоры поперёк линии; 2) наклон опоры вдоль линии; 3) наклон опоры поперёк линии; 4) отклонение оси траверсы от горизонтали.	ПК-4	У1
17	Зону повреждения кабельной линии определяют методом: 1) акустическим; 2) индукционным; 3) импульсным; 4) колебательного разряда.	ПК-4	У1
18	Используя мегаомметр в электрической машине можно определить: 1) обрыв обмотки; 2) замыкание отдельных цепей обмотки на корпус и между собой; 3) витковые замыкания; 4) обрыв стержней короткозамкнутого ротора.	ПК-4	У1
19	О дефектах изоляции погружного электродвигателя свидетельствует: 1) снижение сопротивления изоляции в 2...3 раза по сравнению с предыдущими результатами; 2) уменьшение сопротивления изоляции ниже 0,5МОм; 3) увеличение тока двигателя на 20...25%; 4) срабатывание защиты от датчика сухого кода.	ПК-4	У1

20	При контроле технического состояния водонагревателей типа ВЭТ можно не замерять: 1) температуру шин и контактных соединений; 2) плотность тока в проводниках; 3) сопротивление изоляции устройства; 4) электрический потенциал между корпусом и близлежащими элементами сантехнического оборудования	ПК-4	У1
21	Условия эксплуатации электрооборудования определяют: 1) климатические условия; 2) стабильность параметров электроэнергии источника питания; 3) механические и электрические нагрузки; 4) квалификация обслуживающего персонала.	ПК-4	31
22	Оценка безотказности восстанавливаемых объектов ведется с использованием: 1) вероятности безотказной работы; 2) наработки до отказа; 3) интенсивности отказов; 4) параметра потока отказов.	ПК-4	31
23	Для оценки надёжности ремонтируемых объектов по статистическим данным используются показатели: 1) $P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda_i(t) dt\right];$ 2) $\mu(t) = \lim\left\{\frac{M[r(t + \Delta t) - r(t)]}{\Delta t}\right\};$ 3) $\mu(t) = \frac{r(t_2) - r(t_1)}{t_2 - t_1};$ 4) $T = \frac{t}{r(t)}.$	ПК-4	31
24	Вероятность безотказной работы для случайной величины, распределенной по закону Вейбулла, определяется по формуле: 1) $P(t) = \exp^{-\lambda t};$ 2) $P(t) = \exp^{-\lambda_0 t^6};$ 3) $P(t) = 0,5 - \Phi\left(\frac{t - m_t}{\sigma_t}\right);$ 4) $P(t) = \frac{a^k}{k!} e^{-a}.$	ПК-4	31
25	.Критериями качества графика технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) служат: : соблюдение нормирующей периодичности работ; : равномерность объема работ по суткам; : равномерность занятости персонала; : соблюдение текущих работ.	ПК-4	Н2
26	Способом резервирования на трансформаторной подстанции с двумя постоянно работающими трансформаторами является: 1) общее с ненагруженным резервом; 2) общее с нагруженным резервом; 3) раздельное резервирование с нагруженным резервом; 4) раздельное резервирование с нагруженным резервом.	ПК-4	Н2

27	Для многоотраслевых предприятий с сезонной работой выбирают: : территориальную структуру ЭНС; : функциональную структуру ЭНС; : гибкую структуру ЭНС;	ПК-4	Н2
28	. Одинаковую долговечность имеют электродвигатели: 1) АО2; 2) АО2сх; 3) 4А; 4) АИ.	ПК-4	31
29	При соединении статора трехфазного электродвигателя в звезду расчет рабочей емкости для использования в однофазном режиме ведется по формуле: 1) $C_p = 2800 I_{ном} / U_c$; 2) $C_p = 4800 I_{ном} / U_c$; 3) $C_p = 1600 I_{ном} / U_c$; 4) $C_p = 2740 I_{ном} / U_c$.	ПК-4	31
30	Скорость нарастания температуры обмотки статора при заклинивании ротора асинхронного короткозамкнутого электродвигателя составляет: 1) 2...3 °C/c; 2) 4...6 °C/c; 3) 7...10 °C/c; 4) 10..15 °C/c.	ПК-4	31
31	Рабочей емкостью для включения трехфазного электродвигателя в однофазную сеть являются конденсаторы, какого типа? 1. ЭП. 2. КБГ-МП. 3. БГТ. 4. МБГЧ.	ПК-2	38
32	Величина тока защиты электромагнитного расцепителя автоматического выключателя определяется, по какой формуле? 1. $P_g \geq P_m$. 2. $I_{н.э.} \geq K_{н.э.} I_p$. 3. $I_{ном.i} \geq I_p$. 4. $I_{н.p.} \geq K_{н.m} I_{н.p.}$.	ПК-2	38
33	Вероятность безотказной работы вакуум-насоса, имеющего резервный электродвигатель на складе, определяется по какой формуле? 1. $P(t) = e^{-\lambda t} \sum_{j=0}^m \frac{(\lambda t)^j}{j!}$; 2. $P(t) = e^{-\lambda t}$; 3. $P(t) = 1 - (1 - e^{-\lambda t})^{m+1}$; 4. $P(t) = \prod_{i=1}^n p_i(t)$.	ПК-2	38
34	Для высоконадежных элементов решение задачи оптимального резервирования производят, каким методом? 1. Градиентным методом. 2. Прямого перебора. 3. Динамического программирования. 4. Методом множителей Лагранжа.	ПК-2	38
35	Пробивное напряжение витковой изоляции фиксируется с помощью, какого прибора?	ПК-2	38

	1. СМ. 2. ЕЛ-1. 3. ВЧФ5-3. 4. ЕЛ-15.		
36	Зону повреждения кабельной линии определяют, каким методом? 1. Акустическим. 2. Индукционным. 3. Импульсным. 4. Колебательного разряда.	ПК-2	38
37	Используя мегаомметр в электрической машине, что можно определить? 1. Витковые замыкания. 2. Обрыв стержней короткозамкнутого ротора. 3. Обрыв обмотки. 4. Замыкание отдельных цепей обмотки на корпус и между собой.	ПК-2	38
38	Назовите наиболее общий и универсальный показатель надежности электрических сетей.	ПК-2	38
39	Вероятность безотказной работы является количественным показателем, какого свойства электроустановки?	ПК-2	38
40	О дефектах, чего свидетельствует уменьшение сопротивления ниже 0,5 Мом?	ПК-2	38
41	Какая основная цель эффективной организации эксплуатации электроустановок?	ПК-2	38
42	Назовите способ резервирования на трансформаторной подстанции с двумя постоянно работающими трансформаторами.	ПК-2	38
43	Что такое номинальное напряжение электроустановки, для работы в которой предназначено данное электрооборудование .	ПК-2	38
44	Устройство выравнивания и уравнивания электрических потенциалов в животноводческих помещениях должно обеспечивать в нормальном режиме работы электрооборудования, какое напряжение прикосновения (не более)?	ПК-2	38
45	Надёжность электрооборудования, чем характеризуется? 1. Устойчивость. 2. Массой. 3. Безотказностью. 4. Долговечностью.	ПК-4	31
46	Невосстанавливаемыми элементами пускозащитной аппаратуры являются, какие элементы? 1. Плавкие вставки предохранителей. 2. Магнитный пускатель. 3. Термодатчик. 4. УВТЗ.	ПК-4	31
47	Что техническая эксплуатация электрооборудования в себя включает? 1. Использование по назначению. 2. Текущий ремонт. 3. Техническое обслуживание. 4. Капитальный ремонт.	ПК-4	31
48	Что оказывает определяющее влияние на развитие витковых за-	ПК-4	31

	мыканий в электродвигателях. 1. Величина импульсного напряжения. 2. Отклонения напряжения. 3. Размах колебаний напряжения. 4. Длительность провала напряжения.		
49	Какая комиссия выполняет детальный осмотр линии и составление ведомости дефектов и недоделок?	ПК-4	37
50	Что определяется по формуле $P(t) = 1 - \frac{n(t)}{N}$; ?	ПК-4	37
51	Каким устройством контролируют наклон опоры при осмотре воздушной ЛЭП?	ПК-4	37
52	Расчет чего производится обработкой статических данных об отказах?	ПК-4	37

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Нормы испытаний контактных соединений сборных и соединительных шин, проводов и грозозащитных тросов.	ПК-2	38
2	Нормы испытаний конденсаторных установок	ПК-2	38
3	Нормы испытаний силовых кабельных линий.	ПК-2	38
4	Нормы испытаний сборных и соединительных шин.	ПК-2	38
5	Нормы испытаний предохранителей.	ПК-2	38
6	Нормы испытаний трансформаторов тока.	ПК-2	38
7	Нормы испытаний трансформаторов напряжения.	ПК-2	38
8	Нормы испытаний электродвигателей переменного тока	ПК-2	38
9	Нормы испытаний машин постоянного тока.	ПК-2	38
10	Нормы испытаний заземляющих устройств.	ПК-2	38

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	При проведении технического обслуживания оказалось, что сопротивление изоляции обмоток трансформатора низкое. Проводим сушку обмоток трансформатора токами короткого замыкания. Для этого необходимо рассчитать параметры сушки и привести схему испытаний: U_C – напряжение сушки; I_C – ток сушки. Исходные данные: $U_1=10$ кВ – номинальное напряжение обмотки В.Н.; $U_k=4,58$ % - напряжение К.З. трансформатора; $I_1=5,77$ А – номинальный ток обмотки В.Н.	ПК-2	38
2	При проведении текущего ремонта проводится сушка трансформатора токами нулевой последовательности. Необходимо рассчитать параметры сушки: U_0 – напряжение суш-	ПК-2	38

	ки; I_0 – ток сушки; P_0 – мощность сушки. Исходные данные: $S=100$ кВА – номинальная мощность трансформатора; $U_2=0,4$ кВ – напряжение трансформатора на обмотки НН; $I_2=144,6$ А – номинальный ток обмотки НН (вторичной обмотки); $U_{к\%}=4,58$ % - напряжение К.З.; $l_s=0,54$ м – высота обмотки; $\epsilon = 0,10$ м – расстояние между магнитопроводом и стенкой бака; $\cos\varphi=0,6$.		
3	Сушка трансформатора при проведении текущего ремонта проводится потерями в собственном баке (индукционный способ) с помощью однофазной намагничивающей обмотки, наматываемой на бак трансформатора. Необходимо привести схему сушки и рассчитать параметры сушки: W – число витков обмотки; P – мощность сушки; I – ток сушки; S – сечение проводника обмотки. Исходные данные: $U=220$ В – напряжение сети; $h=0,95$ м – высота бака трансформатора; $\Pi=2,23$ м – периметр бака; $t_k=110^\circ\text{C}$ и $t_H=18^\circ\text{C}$ – соответственно конечная и начальная температура сушки; $K_T=12\cdot 10^{-3}$ кВт/м ² – коэффициент теплоотдачи; $A=1,4$ м/В – коэффициент, зависящий от величины удельной поверхностной мощности; $\Delta=5$ А/мм ² – плотность тока; $\cos\varphi=0,6$.	ПК-4	У1
4	При ремонте электродвигателя возникла потребность пересчета обмотки на другую частоту питающей сети. Как изменится мощность машины? Исходные данные: $W_C = 63$ вит – старое число витков обмотки; $f_C=50$ Гц – старая частота переменного тока; $f_H=60$ Гц – новая частота переменного тока; $F_C=3,94$ мм ² – старое сечение провода; $u_C=6$ – прежний шаг обмотки; $q_1=4$ – прежнее число пазов на полюс и фазу.	ПК-2	38
5	Во время ремонта возникает потребность пересчета обмотки на другое напряжение. Пересчитать обмоточные данные на другое напряжение и определить: W_H – новое число витков обмотки; q_H и d_H – новое сечение и диаметр обмоточного провода; Какое основное условие при пересчете? Исходные данные: $W_C = 63$ вит – старое число витков обмотки; $U_C=380$ В – старое значение напряжения; $U_H=127$ В – новое значение напряжения; $q_C=3,94$ мм ² – старое значение сечения обмоточного провода; $d_C=2,24$ мм – старый диаметр обмоточного провода.	ПК-4	37
6	Асинхронные машины по заявке потребителя могут быть выполнены на любую возможную при заданной частоте тока скорость вращения. Однако во время ремонта расчетчик при отсутствии паспорта и обмотки машины должен определить и сообщить потребителю оптимальную скорость вращения машины, при которой наиболее полно используется сталь сердечника машины. Определить оптимальную скорость вращения асинхронной машины. Исходные данные: $D=0,155$ м – внутренний диаметр статора; $l=0,11$ м – полная длина сердечника машины; $h=0,04$ м – высота тела статора; $\alpha_i = 0,64$ - коэффициент полюсного перекрытия; $B_\delta=0,7$ Тл – магнитная индукция в воздушном за-	ПК-4	У1

	зоре; $B_a=1,3$ Тл – индукция в теле статора; $K_{CT}=0,93$ – коэффициент заполнения пакета сталью.		
7	Определение параметров трансформатора по известным размерам сердечника при отсутствии его паспортных данных. Необходимо рассчитать: W_1 и W_2 – число витков первичной и вторичной обмоток; q_1 и q_2 – сечение проводников обмоток; I_1 и I_2 – номинальные токи трансформатора; S – номинальную мощность трансформатора. Исходные данные: 3^х фазный маслонаполненный трансформатор; $U_1=10$ кВ – номинальное напряжение обмотки ВН; $U_2=0,4$ кВ – номинальное напряжение обмотки НН; $l_0=0,12$ м – ширина сердечника трансформатора; $l_{CT}=0,44$ м – высота стержня; $K_3=0,28$ – коэффициент заполнения окна изолированными проводниками обмотки; $K_\Phi=0,91$ – коэффициент формы сечения стержня; $D=0,17$ м – диаметр, описанной вокруг стержня; $K_C=0,90$ – коэффициент заполнения пакета сталью; $B=1,5$ Тл – магнитная индукция в стержне трансформатора; $\Delta_1=2,5$ А/мм² – плотность тока в обмотке ВН; $f=50$ Гц – частота питающей сети.	ПК-4	У1
8	Сушка трансформатора в условиях ремонта проводится токами короткого замыкания. Рассчитать параметры сушки: U_C – напряжение сушки; I_C – ток сушки. Исходные данные: $U_1 = 6$ кВ – номинальное напряжение обмотки ВН; $U_K = 5,3$ % - напряжение К.З.; $I_1 = 0,96$ А – номинальный ток обмотки ВН.	ПК-4	37
9	Сушка трансформатора в условиях ремонта проводится токами нулевой последовательности. Необходимо определить: U_0 – напряжение подводимое к обмотке; I_0 – ток сушки; P_0 – мощность сушки. Исходные данные: $S_H = 10$ кВА – мощность трансформатора; $U_2=230$ В – номинальное напряжение трансформатора обмотки НН; $I_2=25,1$ А – номинальный ток обмотки НН (вторичной обмотки); $U_K = 5,3$ % - напряжение короткого замыкания; $l_s = 15$ см – высота обмотки; $\delta = 12$ см – расстояние между магнитопроводом и стенкой бака; $\cos\varphi = 0,6$.	ПК-4	37
10	Сушка трансформатора при ремонте проводится потерями в собственном баке с помощью однофазной обмотки наматываемой на бак трансформатора. Исходные данные: $U = 127$ В – напряжение сети; $h = 0,75$ м – высота бака; $P = 1,8$ м – периметр бака; $t_K = 115$ °С и $t_H = 20$ °С конечная и начальная температура сушки; $K_T = 12 \cdot 10^{-3}$ кВт/м² – коэффициент теплоотдачи; $A = 1,38$ м/В – коэффициент, зависящий от величины удельной поверхностной мощности; $\Delta = 4$ А/мм² – допустимая плотность тока; $\cos\varphi=0,6$. Необходимо определить: W – число витков намагничивающей обмотки; P – мощность сушки; I – ток сушки; S – сечение провода намагничивающей обмотки; Привести схему сушки.	ПК-4	Н2

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчетно-графических работ 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 экзамену	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
38	Стандартные методы оценки безопасности электроустановок	1, 2, 3	-	-	1, 2, 5, 6, 16, 17
Компетенция ПК-4 Способен организовать эксплуатацию электроустановок					
Индикаторы достижения компетенции _____		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачету	вопросы по курсовому проекту (работе)
31	Способы организации технологических процессов технического обслуживания и ремонта электроустановок	4, 5	3, 5, 8, 11, 13, 16	-	1, 5, 6, 22-25
37	Технические средства, оборудование, программное обеспечение для учета электроэнергии	23-29	1, 7, 9, 12, 17, 19, 20	-	2
У1	Разрабатывать технологический процесс производства работ по техническому обслуживанию электроустановок	10-21	2, 6, 10, 14	-	3, 4, 14, 15, 18, 19, 21
Н2	Разработки мероприятий по повышению производительности труда при техническом обслуживании, ремонте и эксплуатации электроустановок	6-9	4, 15, 18	-	-

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

Компетенция ПК-2 Способен участвовать в проведении испытаний электроустановок				
Индикаторы достижения компетенции		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
38	Стандартные методы оценки безопасно-	3, 31-44	1-10	1,2,4

	сти электроустановок			
Компетенция ПК-4 Способен организовать эксплуатацию электроустановок				
Индикаторы достижения компетенции		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
31	Способы организации технологических процессов технического обслуживания и ремонта электроустановок	1, 2, 13, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 45-48	-	-
37	Технические средства, оборудование, программное обеспечение для учета электроэнергии	4, 5, 14, 49-52	-	5, 8, 9
У1	Разрабатывать технологический процесс производства работ по техническому обслуживанию электроустановок	9-12, 15-20	-	3, 6, 7
Н2	Разработки мероприятий по повышению производительности труда при техническом обслуживании, ремонте и эксплуатации электроустановок	6-8, 25-27	-	10

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид учебной литературы
1	Помогаев Ю. М. Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Ю. М. Помогаев, Г. А. Пархоменко, Г. В. Коробов; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013 - 414 с. [ЦИТ 7566] [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b83920.pdf	Учебное	Основная
2	Помогаев Ю.М. Практикум по эксплуатации электрооборудования: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия" / Ю.М. Помогаев, В.В. Картавцев, Н.А. Мазуха; Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2013 - 199 с. [ЦИТ 7344] [ПТ] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b83007.pdf	Учебное	Основная
3	Эксплуатация электрооборудования: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности 311400 "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства" / [Г. П. Ерошенко [и др.] - М.: КолосС, 2008 - 343 с.	Учебное	Дополнительная
4	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] URL: http://catalog.vsau.ru/elib/books/b124641.pdf	Методическое	
5	Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал / Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-	Периодическое	
6	Сельский механизатор: [журнал] / учредитель : ООО "Нива" - Москва: Нива, 1958-	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://texэкснепт.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	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://texэкснепт.сайт/sistema-kodeks
4	Аграрная российская информационная система.	http://www.aris.ru/
5	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения учебных занятий: комплект учебной мебели, демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия: схемы, плакаты.	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13а, а.128
Лаборатория, учебная аудитория для проведения учебных занятий: стенд для проверки и исследования режимов работы водонагревателей; стенд для проверки и исследования режимов работы калори-	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13а, а.128

феров; 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). Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер/ Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice Помещение для самостоятельной работы: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, используемое программное обеспечение MS Windows, Office MS Windows, DrWeb ES, 7-Zip, MediaPlayer Classic, Яндекс Браузер / Mozilla Firefox / Internet Explorer, ALT Linux, LibreOffice, AST Test	394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.219 (с16 до 20 ч.) 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Тимирязева д.13, а.321 (с16 до 20 ч.) 394087, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, а.232а (с16 до 20 ч.)
---	--

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 Яндекс Браузер / 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.02 «Испытания электроустановок»	Электротехники и автоматики	Афоничев Дмитрий Николаевич
Б1.В.05 «Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения»	Электротехники и автоматики	Афоничев Дмитрий Николаевич

Приложение 1
Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесенных изменениях

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке с указанием соответ- ствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	13.05.2022	Да Рабочая программа актуализирована для 2022/23 учебного года	Скорректированы: п. 3, 3.1, 3.2; п. 4, 4.1, 4.2; п. 7.1, табл. 7.2.1
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	20.06.2023	Да Рабочая программа актуализирована для 2023/2024 учебного года	Скорректированы: п. 5.3.2.1, п. 5.4.2, п. 6.1, п. 7.1
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	05.06.2024	Да Рабочая программа актуализирована на 2024/2025 учебный год	Скорректированы часы по практической подготовке (п. 3.1, 3.2, п. 4.1)
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	17.06.2025	Нет Рабочая программа актуализирована на 2025/2026 учебный год	—
Афоничев Д.Н., заведующий кафедрой электротехники и автоматики	10.06.2026	Нет Рабочая программа актуализирована на 2026/2027 учебный год	—