



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина
Кафедра электропривода и электротехнологий

УТВЕРЖДАЮ:
И. о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкина



Ю.В. Катаев

“ 22 ” *января* 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.01.01 «Электрические аппараты»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность Электроснабжение

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2019 г.

Регистрационный номер _____

Москва, 2019

Разработчики: Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Локтин Ю.Г., ассистент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Мадв
А
«15» января 2019 г.

Рецензент: Андреев С.А., к. т. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

А
(подпись)
«15» января 2019 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана.

Программа обсуждена на заседании кафедры электропривода и электротехнологий протокол № 04 «15» января 2019 г.

Заведующий кафедрой Кабдин Н.Е., к. т. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Мадв
(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Е.П. Парлюк
(подпись)

Протокол № 09 «21» января 2019 г.

Заведующий выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к. т. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Н.А. Стушкина
(подпись)

«15» января 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ ИИИ

ИИИ
(подпись)

Л.Л. Иванова

Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:
Методический отдел УМУ

«___» _____ 20__ г

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	14
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	18
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	19
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	19
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
7.1. Основная литература	27
7.2. Дополнительная литература.....	27
7.3. Нормативные правовые акты	27
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к.....	28
занятиям	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	29
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий	32
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ	32
ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	32

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.01
«Электрические аппараты» для подготовки бакалавра по направлению
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
направленность Электроснабжение

Цель освоения дисциплины: освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области электроэнергетики для формирования у бакалавров знаний по устройству, методам расчета и выбора электрических и электронных аппаратов, используемых при автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства; возможностей их применения в различных устройствах с учетом режимов работы электротехнического оборудования, обеспечения безопасности, ресурсосбережения и энергосбережения, достижения высокой работоспособности и сохранности электроприводов и электрооборудования, развитие способности: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, использовать системный подход для решения поставленных задач, применять способы повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1).

Краткое содержание дисциплины:

Электрические аппараты, общие понятия и требования. Стандартизация и сертификация в сфере применения электрических аппаратов. Электрические контакты, искровой и дуговой разряд при коммутации, устройства дугогашения. Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах. Силовые коммутационные аппараты с ручным и электромагнитным приводом. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтоков. Плавкие предохранители. Автоматические выключатели. Реле перегрузки электротепловые токовые. Автоматические выключатели дифференциального тока. Виды перенапряжений, устройства защиты от импульсных перенапряжений. Устройства ручного, дистанционного и автоматического управления. Электрические датчики сигнальные и индикаторные устройства. Устройства для цепей измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты. Силовые электронные преобразователи, регуляторы и стабилизаторы. Комплектные устройства электрической аппаратуры. Формирование технического задания на изготовление НКУ.

Общая трудоемкость дисциплины: 2 зачетные единицы (72 часа).

Промежуточный контроль: зачет.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрические аппараты» является освоение студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области электроэнергетики для формирования у бакалавров знаний по устройству, методам расчета и выбора электрических и электронных аппаратов, используемых при автоматизации технологических процессов сельскохозяйственного производства; возможностей их применения в различных устройствах с учетом режимов работы электротехнического оборудования, обеспечения безопасности, ресурсосбережения и энергосбережения, достижения высокой работоспособности и сохранности электроприводов и электрооборудования, развитие способности: осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, использовать системный подход для решения поставленных задач, применять способы повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования.

Задачи дисциплины: изучение особенностей электрических и электронных аппаратов, применяемых в электроприводах рабочих машин различных технологических процессов сельскохозяйственного производства; изучение особенностей проектирования и эксплуатации электрических и электронных аппаратов в системах с автоматизированными электроприводами рабочих машин.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электрические аппараты» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) учебного плана. Дисциплина «Электрические аппараты» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электро-снабжение.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электрические аппараты» являются курсы: математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), основы микропроцессорной техники (2 курс, 3 семестр), теоретические основы электротехники (2 курс, 3-4 семестры), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), теоретическая механика (2 курс, 3 семестр), прикладная механика (2 курс, 4 семестр), основы микропроцессорной техники (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Электрические аппараты» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: автоматика (3 курс, 6 семестр), электропривод (3 курс, 6 семестр), релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (4 курс, 7 семестр), электротехнологии (4 курс, 7 семестр), электрические станции и подстанции (4 курс, 7 семестр), электроснабжение (4 курс, 7 семестр), автономные системы электроснабжения (4 курс, 8 семестр), эксплуатация систем электроснабжения (4 курс, 8 семестр).

Данная дисциплина «Электрические аппараты» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ.

Рабочая программа дисциплины «Электрические аппараты» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индиви-

дуально с учетом особенностей психофизического развития индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Использует системный подход для решения поставленных задач	общие принципы системного подхода для решения задач по выбору электрических аппаратов	применять принципы системного подхода для решения задач по выбору электрических аппаратов и оценивать последствия принятых решений	методами системного подхода для решения задач по выбору электрических аппаратов и оценки последствий принятых решений
2.	ПКос-2	способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и электротехнического оборудования	методы выбора электрических и электронных аппаратов с учетом режимов работы электротехнического оборудования сельскохозяйственного производства с целью повышения эффективности	осуществлять выбор электрических аппаратов с учетом режимов работы электротехнического оборудования сельскохозяйственного производства с целью повышения эффективности	методами выбора электрических аппаратов с учетом режимов работы электротехнического оборудования сельскохозяйственного производства с целью повышения эффективности

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), распределение по видам работ в семестре № 5 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т. ч.
		семестре № 5
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	48,25	48,25
Аудиторная работа	48,25	48,25
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	16	16
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16	16
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
2. Самостоятельная работа (СРС)	23,75	23,75
<i>расчетно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	10	10
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям)</i>	4,75	4,75
<i>подготовка к зачёту</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	зачет

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Общие понятия об электрических аппаратах, электрические контакты»	6,75	2	2	2		0,75
Раздел 2 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты»	5	2	2			1
Раздел 3 «Аппараты защиты от сверхтоков»	17	2	2	8		5
Раздел 4 «Аппараты защитного отключения, защита от импульсных перенапряжений»	9	2	2	4		1
Раздел 5 «Аппаратура управления и сигнализации, аппараты для измерений»	11	2	2	2		5

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 6 «Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока»	9	4	4			1
Раздел 7 «Низковольтные комплектные устройства»	5	2	2			1
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25				0,25	
Подготовка к зачёту	9					9
Итого по дисциплине	72	16	16	16	0,25	23,75

Раздел 1. Общие понятия об электрических аппаратах, электрические контакты

Тема 1. Электрические аппараты, общие понятия и требования
Рассматриваемые вопросы.

Электрические аппараты: термины и определения, основные понятия, назначение, область применения. Классификация электрических аппаратов: по назначению, величине напряжения, величине и роду тока, конструктивному исполнению, степени защиты от факторов внешней среды, климатическому исполнению и условиям размещения. Общие требования, основные параметры.

Тема 2. Стандартизация и сертификация в сфере применения электрических аппаратов

Рассматриваемые вопросы.

Категории стандартов, действующих в Российской Федерации. Аспекты применения юридических и технических стандартов. Виды технических стандартов по содержанию и назначению. Обязательные и рекомендательные требования стандартов. Параметрирование, нормирование характеристик, унификация и агрегатирование электрических аппаратов в системе действующих стандартов и отраслевых нормативов. Сертификация продукции и услуг в области производства и монтажа электрических аппаратов. Правила выдачи сертификатов соответствия на электрические аппараты.

Тема 3. Электрические контакты, искровой и дуговой разряд при коммутации, устройства дугогашения

Рассматриваемые вопросы.

Разновидности электрических контактов по исполнению и назначению. Формы соприкасающихся контактных поверхностей, основные конструкции и параметры коммутирующих контактов. Переходное сопротивление контакта. Контактное нажатие, самоустановление и самозачистка контактов. Износ контактных поверхностей в различных режимах работы, разрывная способность контакта. Основные материалы, используемые для изготовления контактов, их свойства, достоинства и недостатки. Искровой разряд при коммутации: возникновение, характеристики, воздействие на контактные поверхности. Дуговой разряд при коммутации: условия возникновения, вольтамперная характери-

ка, процессы в дуговом промежутке. Особенности горения электрической дуги на постоянном и переменном токе. Воздействие дуги на контактные поверхности. Принципы гашения электрической дуги, возникающей при коммутации. Разновидности и принцип действия дугогасительных устройств. Конструктивные сочетания различных способов гашения дуги. Устройства дугогашения применяемые для низковольтных и высоковольтных аппаратов. Бездуговая коммутация посредством применения электронных ключей. Сочетание применения коммутирующих контактов и электронных ключей в гибридных аппаратах.

Раздел 2. Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты

Тема 4. Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах

Рассматриваемые вопросы.

Источники тепла, процесс нагрева и распространения тепла в электрических аппаратах. Режимы работы электрических аппаратов по продолжительности включения. Термические перегрузки при возникновении короткого замыкания в нагретом состоянии аппарата, термическая стойкость электрических аппаратов. Установленные нормативами предельные температуры допустимые в кратковременном режиме для типовых проводниковых материалов токопроводящих частей электрических аппаратов. Нагрев электронных ключей, способы охлаждения силовых полупроводниковых элементов статических пускорегулирующих аппаратов. Ударный ток короткого замыкания, механическое взаимодействие токопроводящих частей при протекании тока короткого замыкания. Характер электродинамических сил на постоянном и переменном токе, особенности воздействия электродинамических сил в трехфазной системе переменного тока. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов, требования и характеристики.

Тема 5. Силовые коммутационные аппараты с ручным и электромагнитным приводом

Рассматриваемые вопросы.

Назначение и область применения разъединителей, типы конструкций, основные характеристики. Выключатели нагрузки с ручным приводом: назначение, область применения, разновидности конструкций, основные характеристики. Нормативные категории применения выключателей – разъединителей. Электромагнитные контакторы: их классификация, основные характеристики, назначение, устройство, разновидности конструкций, область применения. Нормативные требования к системе управления. Электромагнитные контакторы модульной конструкции: их назначение, разновидности, основные характеристики. Электромагнитные пускатели: их назначение, конструктивные исполнения. Нормативные категории применения контакторов и пускателей.

Раздел 3. Аппараты защиты от сверхтоков

Тема 6. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтоков

Рассматриваемые вопросы.

Понятие сверхтока, виды сверхтоков, основные термины и определения. Типы устройств, обеспечивающих защиту от тока перегрузки и от тока короткого замыкания. Конструктивные разновидности расцепителей максимального тока. Особенности выполнения защиты от сверхтоков в высоковольтных сетях. Селективность действия защиты от сверхтоков.

Тема 7. Плавкие предохранители

Рассматриваемые вопросы.

Предохранители плавкие, основные понятия и определения. Устройство и принцип действия предохранителей с частичным и полным защитным диапазоном, классификация предохранителей по конструктивному исполнению, времени срабатывания и типу защищаемого оборудования. Времятоковые характеристики предохранителей, функция токоограничения. Высоковольтные предохранители, особенности конструкции. Маркировка и условные обозначения предохранителей.

Тема 8. Автоматические выключатели

Рассматриваемые вопросы.

Автоматические выключатели, назначение, классификация по конструктивному исполнению, типу расцепителей максимального тока. Основные параметры. Виды предельной коммутационной способности. Нормированные параметры срабатывания теплового и электромагнитного расцепителей для исполнения в литом корпусе. Силовые воздушные автоматические выключатели с ручным и моторным приводом. Селективность действия и категории применения автоматических выключателей. Автоматические выключатели модульной конструкции: их классификация, разновидности исполнения, типы защитных характеристик, основные параметры, требования стандартов к конструкции. Коммутационная способность. Нормированные параметры срабатывания расцепителей автоматических выключателей для защиты от сверхтоков бытового и аналогичного назначения. Корректировка значения тока неотключения по условиям монтажа и размещения. Маркировка и обозначения автоматических выключателей модульной конструкции.

Тема 9. Реле перегрузки электротепловые токовые

Рассматриваемые вопросы.

Реле перегрузки электротепловые токовые: их классификация, назначение, принцип действия, разновидности конструкции. Способы возврата электротепловых реле во включенное состояние, устройства для ускорения возврата вручную. Функции температурной компенсации и ускорения срабатывания при неполнофазном режиме. Основные характеристики. Нормативные требования к конструкции и параметрам электротепловых реле.

Раздел 4. Аппараты защитного отключения, защита от импульсных перенапряжений

Тема 10. Автоматические выключатели дифференциального тока

Рассматриваемые вопросы.

Назначение и принцип действия защитного отключения, управляемого дифференциальным током (УЗО-Д). Нормативно установленные безопасные сочетания тока и времени его воздействия на человека взятые за основу характеристик УЗО-Д предназначенных для защиты от поражения электрическим током. Виды УЗО-Д по типу конструкции. Скорость реагирования УЗО-Д, типы селективных УЗО. Фоновый ток утечки, понятие и методика расчета. Учет фоновый ток утечки при выборе УЗО-Д. Типы расцепления УЗО-Д по форме дифференциального тока, области применения различных типов, основные характеристики. Нормированные диапазоны отключающего дифференциального тока для УЗО-Д типа «АС» и типа «А». Дифавтоматы, особенности конструкции, область применения, характеристики. Нормативные требования по применению и подключению УЗО-Д и дифавтоматов. Маркировка УЗО-Д и дифавтоматов. Нормативные требования к устройствам эксплуатационного контроля.

Тема 11. Виды перенапряжений, устройства защиты от импульсных перенапряжений

Рассматриваемые вопросы.

Перенапряжение, понятие, классификация, обобщенные характеристики. Требуемая нормативами стойкость оборудования к импульсным перенапряжениям в зависимости от места установки. Устройства для защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП), назначение, принцип действия, основные типы конструкции. Высоковольтные и низковольтные УЗИП. Классы УЗИП, основные характеристики, схемы присоединения. Деградация УЗИП, способы контроля исправности и восстановления работоспособности.

Раздел 5. Аппаратура управления и сигнализации, аппараты для измерений

Тема 12. Устройства ручного, дистанционного и автоматического управления

Рассматриваемые вопросы.

Элементы ручного управления для вторичных цепей, назначение, конструктивные разновидности, классификация, основные характеристики, механическая и коммутационная износостойкость. Электромагнитные и твердотельные реле, термины и определения, классификация, характеристики. Реле времени, классификация, группы методов замедления, характеристики, типовые алгоритмы работы. Программные реле, микроконтроллеры, микропроцессоры, их назначение, область применения, основные и дополнительные функции. Категории применения элементов управления. Сигнальные и индикаторные устройства, их назначение, область применения, разновидности конструкций.

Тема 13. Электрические датчики сигнальные и индикаторные устройства
Рассматриваемые вопросы.

Электрические датчики, понятие, классификация, разновидности по виду входного сигнала и характеру выходного сигнала, параметры и характеристики. Основные требования, предъявляемые к датчикам. Маркировка и обозначения датчиков. Интеллектуальные датчики, понятие, дополнительные функции интеллектуальных датчиков.

Тема 14. Устройства для цепей измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета

Рассматриваемые вопросы.

Аппараты для измерений, основные понятия, область применения. Трансформаторы тока и напряжения, назначение, принцип действия, основные типы, характеристики. Делители напряжения, шунты, усилители сигнала, преобразователи неэлектрических величин в электрический сигнал, назначение, принцип действия, характеристики. Нормативные требования к аппаратам для измерений, требуемый класс точности при использовании в цепях релейной защиты и коммерческого учета.

Раздел 6. Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока

Тема 15. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты

Рассматриваемые вопросы.

Статические коммутационные аппараты, определение, принцип действия, типы. Электронные ключи, виды, особенности применения на постоянном и переменном токе. Преимущества и недостатки статических коммутационных аппаратов. Статические пускатели для электропривода, основные характеристики, базовые и дополнительные функции, преимущества и недостатки.

Тема 16. Силовые электронные преобразователи, регуляторы и стабилизаторы

Рассматриваемые вопросы.

Силовые электронные преобразователи, определение, классификация по характеру и способу преобразования, типу схем, наличию управления, основные характеристики. Силовые электронные регуляторы и стабилизаторы их назначение. Классификация: по характеру преобразования и методу управления. Основные характеристики. Частотные регуляторы для асинхронного электропривода: структурная схема, принцип действия, основные характеристики, базовые и дополнительные функции, преимущества применения.

Раздел 7. Низковольтные комплектные устройства

Тема 17. Комплектные устройства электрической аппаратуры

Рассматриваемые вопросы.

Низковольтные комплектные устройства (НКУ), термины и определения, классификация, основные характеристики, особые условия эксплуатации. Достоинства применения НКУ.

Тема 18. Формирование технического задания на изготовление НКУ

Рассматриваемые вопросы.

Формирование технического задания на изготовление индивидуального НКУ. Заказ НКУ типовой конструкции по опросному листу. Требования и положения, подлежащие обязательному согласованию между изготовителем и потребителем согласно нормативам.

4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторных работ/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Раздел 1 «Общие понятия об электрических аппаратах, электрические контакты»				6
	Тема 1. Электрические аппараты, общие понятия и требования Тема 2. Стандартизация и сертификация в сфере применения электрических аппаратов Тема 3. Электрические контакты, искровой и дуговой разряд при коммутации, устройства дугогашения	Лекция № 1. Электрические аппараты, общие понятия и требования, электрические контакты.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 3. Электрические контакты, искровой и дуговой разряд при коммутации, устройства дугогашения	Практическое занятие № 1. Электрические контакты.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Тестирование	2
		Лабораторная работа № 1. Исследование параметров контактных систем коммутационных аппаратов.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
2.	Раздел 2 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты»				6
	Тема 4. Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах Тема 5. Силовые коммутационные аппараты с ручным и электромагнитным приводом	Лекция № 2. Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах, силовые коммутационные аппараты.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 4. Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах	Практическое занятие № 2. Тепловые процессы в электрических аппаратах.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ратах	Лабораторная работа № 2. Исследование тепловых процессов в электрическом аппарате.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
3.	Раздел 3 «Аппараты защиты от сверхтоков»				12
	Тема 6. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтоков Тема 7. Плавкие предохранители Тема 8. Автоматические выключатели Тема 9. Реле перегрузки электротепловые токовые	Лекция № 3. Аппараты защиты от сверхтоков.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 6. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтоков	Практическое занятие № 3. Характеристики аппаратов защиты от сверхтоков.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2
	Тема 8. Автоматические выключатели	Лабораторная работа № 3. Исследование защитных характеристик автоматических выключателей.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	4
	Тема 9. Реле перегрузки электротепловые токовые	Лабораторная работа № 4. Исследование защитных характеристик реле перегрузки электротепловых токовых.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	4
4.	Раздел 4 «Аппараты защитного отключения, защита от импульсных перенапряжений»				8
	Тема 10. Автоматические выключатели дифференциального тока Тема 11. Виды перенапряжений, устройства защиты от импульсных перенапряжений	Лекция № 4. УЗО-Д, дифавтоматы, УЗИП.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 10. Автоматические выключатели дифференциального	Практическое занятие № 4. Характеристики автоматических вы-	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2	Вопросы к устному опросу	2

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	тока	ключателей дифференциального тока	(ПКос-2.1)		
		Лабораторная работа № 5. Исследование параметров срабатывания УЗО-Д и дифавтоматов (Практическая демонстрация прибора «Астро-Профи» разработки ООО «Астро-УЗО»).	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	4
5.	Раздел 5 «Аппаратура управления и сигнализации, аппараты для измерений»				4
	Тема 12. Устройства ручного, дистанционного и автоматического управления Тема 13. Электрические датчики сигнальные и индикаторные устройства Тема 14. Устройства для цепей измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета	Лекция № 5. Устройства управления, контроля и сигнализации, аппараты для измерений.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 13. Электрические датчики сигнальные и индикаторные устройства	Практическое занятие № 5. Разновидности и характеристики электрических датчиков.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2
6.	Раздел 6 «Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока»				8
	Тема 15. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты	Лекция № 6. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 6. Статические пускозащитные аппараты.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2
	Тема 16. Силовые электронные преобразователи, регуляторы и стабилизаторы	Лекция № 7. Статические силовые электронные преобразователи и регуляторы.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 7 Электронные преобразователи, ре-	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2	Вопросы к устному опросу	2

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		гуляторы и стабилизаторы.	(ПКос-2.1)		
7.	Раздел 7 «Низковольтные комплектные устройства»				4
	Тема 17. Комплектные устройства электрической аппаратуры	Лекция № 8. Низковольтные комплектные устройства (НКУ).	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 18. Формирование технического задания на изготовление НКУ	Практическое занятие № 8. Низковольтные комплектные устройства.	УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Общие понятия об электрических аппаратах, электрические контакты»		
1.	Тема 2. Стандартизация и сертификация в сфере производства и применения электрических аппаратов	Самостоятельное изучение действующего межгосударственного стандарта ГОСТ 17703-72 «Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения» (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).
Раздел 2 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты»		
2.	Тема 5. Силовые коммутационные аппараты с ручным и электромагнитным приводом	Современные достижения в области применения металло-керамических материалов для изготовления силовых контактов (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).
Раздел 3 «Аппараты защиты от сверхтоков»		
3.	Тема 8. Автоматические выключатели	Применение дополнительных устройств для дистанционного управления отключением автоматических выключателей (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).
Раздел 4 «Аппараты защитного отключения, защита от импульсных перенапряжений»		
4.	Тема 11. Виды перенапряжений, устройства защиты от импульсных перенапряжений	Изучение требований стандарта ГОСТ Р 51992-2011 к методам испытаний устройств защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).
Раздел 5 «Аппаратура управления и сигнализации, аппараты для измерений»		
5.	Тема 14. Устройства для цепей измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета	Витковая коррекция трансформаторов тока и напряжения с целью уменьшения погрешности (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).

№ п/п	Номера и наименования разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 6 «Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока»		
6.	Тема 15. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты	Современные устройства плавного пуска асинхронных электродвигателей (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).
Раздел 7 «Низковольтные комплектные устройства»		
7.	Тема 18. Формирование технического задания на изготовление НКУ	Требования стандартов при заключении контракта на изготовление и поставку НКУ (УК-1 (УК-1.2), ПКос-2 (ПКос-2.1)).

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Электрические аппараты» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и активные и интерактивные технологии (проблемное обучение, информационно-коммутационная технология, контекстное обучение).

Основные формы теоретического обучения: лекции, мультимедиа-лекция, лекция-визуализация.

Основные формы практического обучения: практические занятия и лабораторные работы.

Дополнительные формы организации обучения: расчетно-графическая работа и самостоятельная работа студентов.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Электрические аппараты, общие понятия и требования, электрические контакты	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
2.	Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах, силовые коммутационные аппараты	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
3.	Аппараты защиты от сверхтоков	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция).
4.	Устройства управления, контроля и сигнализации, аппараты для измерений	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация).
5.	Исследование параметров контактных систем коммутационных аппаратов	ЛР	Технология проблемного обучения.
6.	Исследование защитных ха-	ЛР	Технология проблемного обучения.

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	рактеристик автоматических выключателей		
7.	Исследование параметров срабатывания УЗО-Д и дифавтоматов. (Практическая демонстрация прибора «Астро-Профи» разработки ООО «Астро-УЗО»)	ЛР	Технология проблемного обучения.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Электрические аппараты» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, вопросы при защите лабораторных работ, выполнение расчетно-графической работы, выполнение тестовых заданий.

Промежуточный контроль знаний: зачет.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

1) При изучении дисциплины «Электрические аппараты» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием рекомендованных информационных материалов. Расчетно-графическая работа носит расчетный характер и выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, математическом пакете Mathcad. Оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word.

Тема расчетно-графической работы по дисциплине «Электрические аппараты» формулируется таким образом, чтобы студент имел возможность максимально использовать эти материалы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Примерная тема расчетно-графической работы:
«Выбор пускозащитной аппаратуры»

Расчетно-графическая работа выдается лектором каждому студенту индивидуально (по вариантам). В расчетно-графической работе согласно индивидуальному заданию и методическим рекомендациям необходимо произвести выбор аппаратов для вводно-распределительного устройства (ВРУ): разъединителя, предохранителей, автоматических выключателей, электромагнитных кон-

такторов и электротепловых реле для линий питания двух электродвигателей, электронагревателя и щита питания осветительной сети.

Для выбранной аппаратуры необходимо произвести проверки на стойкость оборудования к максимальным токам КЗ, на надежность отключения минимальных токов КЗ, на неотключение пусковых токов, селективность действия электротепловых расцепителей. Начертить силовую однолинейную схему ВРУ с подключенным электрооборудованием и карты селективности защит.

2) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1 «Общие понятия об электрических аппаратах, электрические контакты»

Теме 3. Электрические контакты, искровой и дуговой разряд при коммутации, устройства дугогашения.

Лабораторная работа № 1. Исследование параметров контактных систем коммутационных аппаратов.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы.

1. Что такое раствор и провал контакта?
2. Что такое начальное и конечное контактное нажатие?
3. Какие бывают формы контактных поверхностей?
4. Что называют переходным сопротивлением контакта?
5. Какие методы и условия измерения переходного сопротивления контактов установлены в нормативах?
6. В чем заключается принцип методики измерения статической нестабильности переходного сопротивления контакта?
7. Как рассчитать статическую нестабильность переходного сопротивления контакта по результатам измерений?
8. Как влияет форма контактных поверхностей и материал контактов на переходное сопротивление?
9. Как влияет сила контактного нажатия на переходное сопротивление?
10. Как зависит переходное сопротивление от температуры контакта?
11. Как влияет окисление контактной поверхности на величину переходного сопротивления?
12. Как определить мощность, выделяющуюся на переходном сопротивлении контакта при протекании тока?

3) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1 «Общие понятия об электрических аппаратах, электрические контакты»

Теме 3. Электрические контакты, искровой и дуговой разряд при коммутации, устройства дугогашения

Практическое занятие № 1. Электрические контакты.

Тест 1 (Вариант № 1)

1. Электрическим контактом называют:

- 1) Части проводников способные прикасаться друг к другу в процессе работы.
 - 2) Соприкасающиеся поверхности электропроводных материалов, соединяющие между собой токоведущие элементы электрической цепи.
 - 3) Подвижные части коммутационных аппаратов, приходящие в соприкосновение при включении.
 - 4) Части проводников, не покрытые изоляционным материалом.
2. К неразъемным электрическим контактам относят:
- 1) Болтовое соединение проводников.
 - 2) Штепсельное соединение.
 - 3) Опрессовка наконечников кабельных жил.
 - 4) Жестко закрепленная токопроводящая шина.
3. К разъемному электрическому контакту относят:
- 1) Соединение проводников пайкой.
 - 2) Щетка-контактное кольцо.
 - 3) Гибкая связь из набора тонких медных лент.
 - 4) Соединение проводников болтами.
4. К скользящему электрическому контакту относят:
- 1) Штепсельное соединение проводников.
 - 2) Соединение проводников зажимами.
 - 3) Троллей.
 - 4) Гибкая связь из многожильного медного жгута.
5. Подвижный неразмыкающийся контакт применяют длиной не более:
- 1) 40 мм.
 - 2) 100 мм.
 - 3) 250 мм.
 - 4) 450 мм.
6. При малых значениях тока в коммутируемых цепях применяют вид контакта:
- 1) Точечный.
 - 2) Линейный.
 - 3) Торцевой.
 - 4) Плоскостной.
7. При особо больших токах в коммутируемых цепях применяют вид контакта по форме соприкасающихся поверхностей:
- 1) Точечный.
 - 2) Мостиковый.
 - 3) Плоскостной.
 - 4) Рычажный.
8. Линейным контактом называют:

- 1) Силовой контакт с прямолинейным перемещением.
- 2) Силовой контакт для коммутации тока в электрической линии.
- 3) Площадку контактного соприкосновения плоской и цилиндрической поверхностей.
- 4) Контакт при включении которого отсутствует вращательное движение.

9. Пальцевый контакт имеет:

- 1) Механизм с прямолинейным движением.
- 2) Подвижную часть, совершающую поворотное движение.
- 3) Площадку контактного соприкосновения в виде овала.
- 4) Цилиндрический толкатель смещающийся вдоль своей оси.

10. Врубной контакт используется в качестве:

- 1) Коммутирующего в слаботочных реле.
- 2) Быстроразъемного в предохранителях и разъединителях.
- 3) Быстродействующего контакта.
- 4) Скользящего контактного элемента в конструкции реостатов.

11. Алюминий в электрических аппаратах применяется в качестве:

- 1) Материала для изготовления силовых коммутирующих контактов.
- 2) Материала для изготовления гибких токопроводов.
- 3) Материала для изготовления неподвижных токоведущих частей.
- 4) Покрытия контактов для снижения переходного сопротивления.

12. Вольфрам в электрических аппаратах применяется в качестве:

- 1) Материала для изготовления дугогасительных контактов.
- 2) Материала для изготовления коммутирующих контактов при особо больших токах.
- 3) Материала для изготовления крепежных деталей.
- 4) Покрытия для снижения коррозии контактов.

13. Серебро в электрических аппаратах применяется в качестве:

- 1) Материала для изготовления токопроводящих частей.
- 2) Материала для изготовления дугогасительных контактов.
- 3) Материала для снижения переходного сопротивления контактов.
- 5) Материала для изготовления скользящих контактов.

14. Для контактов мостикового типа, в отличие от рычажного не требуется:

- 1) Конструкция с провалом контактов.
- 2) Самоустанавливающаяся конструкция.
- 3) Возвратный механизм.
- 4) Гибкий токопровод.

15. Для контактов рычажного типа характерно:

- 1) Эффективное охлаждение контактов.
- 2) Эффективное удаление оксидных пленок с контактной поверхности.

- 3) Требуется меньшее усилие прижатия.
- 4) Меньшее искрение при коммутации.

4) Пример контрольных вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 2 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты»

Теме 3. Тепловые и электродинамические процессы в электрических аппаратах
Практическое занятие № 2. Тепловые процессы в электрических аппаратах.

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Что является причиной выделения тепловой энергии в электрическом аппарате?
 2. Какими способами происходит распространение тепла в электрическом аппарате?
 3. Что понимают под превышением температуры в тепловых расчетах?
 4. Какие существуют классы нагревостойкости изоляционных материалов?
 5. Что такое климатическое исполнение аппарата?
 6. Как влияет коррозия и эрозия контактных поверхностей на нагрев коммутационных аппаратов?
 7. Каков физический смысл постоянной времени нагрева аппарата?
 8. Какие предельные уровни температур установлены нормативами для материалов токоведущих частей аппаратов в аварийном режиме?
 9. Чем обусловлено ограничение использования электрических аппаратов по высоте над уровнем моря?
 10. В чем состоит основная задача тепловых расчетов электрических аппаратов?
- 5) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):
1. Электрические аппараты, определение, основные классификации, стандартизация и нормирование параметров электрических аппаратов.
 2. Конструктивные разновидности коммутирующих контактов, формы контактных поверхностей, самоустановление, раствор и провал коммутирующего контакта.
 3. Переходное сопротивление электрического контакта, его составляющие, факторы, влияющие на их величину.
 4. Эрозия и коррозия коммутирующих контактов, причины возникновения, способы предотвращения интенсивного износа контактных поверхностей.
 5. Искровой разряд при коммутации, воздействие искры на контактные поверхности, дребезг контактов, способы предотвращения интенсивного износа контактов искровым разрядом.
 6. Вольтамперная характеристика электрической дуги, условия возникновения и устойчивого горения электродугового разряда, особенности горения и гашения электрической дуги на постоянном и переменном токе.

7. Дугогасительные устройства в электрических аппаратах, назначение, разновидности, принцип действия, сочетание разных видов дугогасительных устройств.
8. Нагрев электрических аппаратов, источники нагрева, распространение тепла в аппарате, режимы работы электрических аппаратов.
9. Возникновение кратковременных термических перегрузок токоведущих частей аппаратов при протекании сверхтоков.
10. Усилия, действующие на токоведущие части электрических аппаратов при протекании постоянного и переменного тока, динамическая стойкость аппаратов.
11. Особенности электродинамического взаимодействия токопроводящих частей и расчета устойчивости электрических аппаратов в трехфазной системе переменного тока.
12. Разъединители и разъединители – переключатели, назначение, конструктивные разновидности, категории применения выключателей – разъединителей.
13. Устройство и принцип действия электромагнитных контакторов, управляемых постоянным и переменным током, отличительные особенности их конструкции, категории применения контакторов и пускателей.
14. Электромагнитные пускатели, назначение, состав аппаратуры, разновидности конструктивного исполнения.
15. Понятие сверхтока, виды сверхтоков и причины их возникновения, устройства, обеспечивающие защиту от сверхтоков, селективность действия защиты от сверхтоков, виды селективности.
16. Устройство и принцип действия плавких предохранителей, классификация предохранителей по скорости срабатывания, полноте защитного диапазона, типу защищаемого оборудования, обозначение типов предохранителей.
17. Принцип действия теплового и электромагнитного расцепителей автоматического выключателя, назначение механизма свободного расцепления.
18. Типы расцепителей максимального тока применяемые в автоматических выключателях, их устройство и примерный вид защитных характеристик.
19. Предельная коммутационная способность и класс токоограничения автоматических выключателей, категории применения автоматических выключателей.
20. Реле перегрузки электротепловые токовые, назначение, принцип действия, основные параметры, примерный вид защитной характеристики.
21. Устройство температурной компенсации и ускорения срабатывания при неполнофазной нагрузке в реле перегрузки электротепловых токовых.
22. Назначение и принцип действия УЗО-Д управляемых дифференциальным током, виды УЗО-Д по конструктивному исполнению, маркировка УЗО-Д и дифавтоматов.
23. Типы расцепления УЗО-Д по форме кривой дифференциального тока, условные буквенные и графические обозначения этих типов.
24. Фоновый ток утечки, методы определения, учет величины фонового тока утечки при выборе УЗО-Д.

25. Внешние и внутренние перенапряжения, причины их возникновения, основные характеристики перенапряжений.
26. Принцип работы УЗИП коммутирующего, ограничивающего и комбинированного типа, различные схемы присоединения УЗИП.
27. Электрические реле, классификация по назначению, принципу действия, характеру изменения, вызывающего срабатывание.
28. Реле времени, назначение, классификация, конструктивные разновидности, основные характеристики.
29. Основные группы методов замедления используемые в конструкциях реле времени, преимущества применения электронных реле времени.
30. Электрические датчики, назначение, классификация по виду входного сигнала и характеру выходного сигнала, основные характеристики, дополнительные функции интеллектуальных датчиков.
31. Аппараты для измерений, назначение, область применения, основные понятия и характеристики.
32. Применение электронных ключей в силовых аппаратах управления, преимущества и недостатки электронных ключей в сравнении с коммутирующими контактами.
33. Статические пускатели для трехфазного асинхронного электропривода, разновидности по количеству электронных ключей, основные и дополнительные функции.
34. Гибридные силовые аппараты управления, принцип действия, преимущества и недостатки.
35. Структурная схема и принцип работы статических частотных регуляторов для трехфазного асинхронного электропривода, основные и дополнительные функции регуляторов.
36. НКУ, классификация по назначению, способу установки и типу конструкции, основные электрические характеристики, достоинства применения НКУ.
37. Принципы формирования технического задания на изготовление индивидуального и типового НКУ, заключение специального соглашения при особых условиях эксплуатации НКУ.
38. Нормативно установленные правила проверки соответствия защитной характеристики автоматических выключателей модульного типа их паспортным параметрам.
39. Нормативно установленные правила проверки соответствия защитных характеристик паспортным параметрам для автоматических выключателей конструктивного исполнения в литом корпусе.
40. Нормативно установленные правила проведения тестового испытания на работоспособность для автоматических выключателей модульного типа.
41. Установленный нормативом предельный ток, моделируемый устройством тестирования работоспособности по отношению к номинальному дифференциальному току УЗО-Д.
42. Нормированные значения уставок номинального отключающего дифференциального тока УЗО-Д предназначенных для защиты от пожара.

43. Нормированное значение температуры окружающей среды для которой указываются защитные характеристики автоматических выключателей, коррекция значений уставок при изменении температурных условий.
44. Условие проверки электромагнитного расцепителя автоматического выключателя на неотключение пускового тока при прямом пуске асинхронного двигателя.
45. Установленные стандартом безопасные сочетания тока и времени его воздействия на человека, принятые за основу защитных параметров УЗО-Д, назначение УЗО-Д в зависимости от величины номинального дифференциального тока.
46. Установленное стандартом предельное время отключения для УЗО-Д общего назначения и селективных УЗО-Д.
47. Нормированные значения кратности токов отсечки и времени воздействия при проверке электромагнитных расцепителей автоматических выключателей на соответствие паспортным параметрам.
48. Условия надежного отключения минимального тока КЗ электромагнитными расцепителями автоматических выключателей.
49. Условия выбора номинального тока УЗО-Д устанавливаемого в цепи защищенной автоматическим выключателем.
50. Диапазоны кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя модульного типа с защитными характеристиками «В»; «С» и «D».

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электрические аппараты» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии выставления «зачета» по системе: «зачет», «незачет» представлены в таблице 7.

Таблица 7

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
«зачет»	оценка «зачет» выставляется студенту, если студент обладает глубокими и прочными знаниями программного материала; при ответе продемонстрировал исчерпывающее, последовательное и логически стройное изложение материала; допущено было не более одной ошибки в содержании ответа, а также не более одной неточности при аргументации своей позиции, неполные или неточные ответы на дополнительно заданные вопросы; выполнил расчетно-графическую работу; использовал примеры из дополнительной литературы и практики; сделал вывод по излагаемому материалу; знает авторов – исследователей (ученых) по данной проблеме.
«незачет»	оценка «незачет» выставляется студенту, если студент не знает значительную часть программного материала; допускает существенные ошибки в процессе изложения; не умеет выделить главное и сделать вывод; приводит ошибочные определения, полное незнание литературы и источников по теме вопроса, отсутствие ответов на дополнительно заданные вопросы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Герасенков, А. А. Электрические и электронные аппараты. Электромеханические аппараты [Текст]: учебное пособие: [в 2-х т.] Т.1. / А. А. Герасенков, Н. Е. Кабдин. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. –164 с
2. Герасенков, А. А. Электрические и электронные аппараты. Электронные аппараты [Текст]: учебное пособие: [в 2-х т.] Т.2 / А. А. Герасенков, Н. Е. Кабдин. – М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 160 с.
3. Герасенков, А. А. Электропривод: устройства защиты и управления. [Текст]: учебное пособие. / Герасенков А. А., Кабдин Н. Е., Сергованцев А. В. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. – 122 с.

7.2 Дополнительная литература

1. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Аполлонский.– Москва: Лань.2017. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96241>.
2. Правила устройства электроустановок. 7 издание, дополненное с исправлениями. – М.: Норматика, 2018.

7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ 17703-72 «Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения». Дата последнего изменения: 21.12.2017.
2. ГОСТ ИЕС 60947-6-1-2016 «Аппаратура распределения и управления низковольтная». Часть 6-1. Дата последнего изменения: 21.12.2017.
3. ГОСТ Р 50571.4.43-2012 Часть 4-43. «Требования по обеспечению безопасности. Защита от сверхтока» Дата введения 2014.01.01.
4. ГОСТ 17516-72. «Изделия электротехнические. Условия эксплуатации в части воздействия механических факторов внешней среды» Дата введения 1973.07.01.
5. ГОСТ 30011.1-2012 (ИЕС 60947-1:2004) «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1. Общие требования» Дата введения 2014.01.01.
6. ГОСТ Р 50030.2-2010 (МЭК 60947-2:2006) «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 2. Автоматические выключатели» Дата введения 2012.01.01.
7. ГОСТ Р 50030.4.1-2012 (МЭК 60947-4-1:2009) «Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 4. Контактторы и пускатели. Раздел 1. Электромеханические контактторы и пускатели» Дата введения 2013.07.01.
8. ГОСТ 16308-84 (СТ СЭВ 4150-83) «Реле электротепловые токовые.

Общие технические условия». Дата введения 1995.01.01.

9. ГОСТ Р 50807-95 (МЭК 755-83) «Устройства защитные, управляемые дифференциальным (остаточным) током. Общие требования и методы испытаний». Дата введения 1996.01.01.

10. ГОСТ Р 51086-97 «Датчики и преобразователи физических величин электронные. Термины и определения». Дата введения 1998.07.01.

11. ГОСТ Р 55630-2013/IEC/TR 62066:2002 «Перенапряжения импульсные и защита от перенапряжений в низковольтных системах переменного тока» Дата введения 1996.01.01.

12. ГОСТ Р 52736-2007 «Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания» Дата введения 2008.07.01.

13. ГОСТ Р 50571.3-94 (МЭК 364-4-41-92) «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током». Дата введения 1995.01.01.

14. ГОСТ Р 50571.8-94 (МЭК 364-4-47) «Электроустановки зданий. Ч. 4. Требования по обеспечению безопасности. Общие требования по применению мер защиты для обеспечения безопасности». Дата введения 1995.07.01.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электрические аппараты» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах, лабораторные работы в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные работы и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Программы: программная среда Microsoft Office; Mathcad; AutoCAD; Компас-3D; Logo Soft Comfort.

Электронные интернет ресурсы технических библиотек.

1. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470 (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ);

2. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного скачивания) (открытый доступ);

3. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ);

4. <http://www.edu.ru/> (Федеральный портал «Российское образование») (открытый доступ);

5. <http://school-collection.edu.ru/> (Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов») (открытый доступ);
6. <http://docs.cntd.ru> (Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Кодекс-Техэксперт») (открытый доступ);
7. <https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts> («Росстандарт», официальный перечень действующих стандартов и регламентов) (открытый доступ).
- Каталоги электрооборудования фирм КЭАЗ; Сименс; Шнайдер-электрик; Овен, Легранд, Декрафт и др.
- <https://keaz.ru/> (открытый доступ);
 - <http://www.dekrafl.ru/> (открытый доступ);
 - <http://www.siemens.ru/> (открытый доступ);
 - <http://www.shneider-electric.ru/> (открытый доступ);
 - <http://www.шнайдер-электрика.рф> (открытый доступ);
 - <http://www.legrand.ru/> (открытый доступ);
 - <http://www.owen.ru/> (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 2 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты»	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010
		AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2009
2.	Раздел 3 «Аппараты защиты от сверхтоков»	Power Point	Презентация	Microsoft	2010
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010
3.	Раздел 4 «Аппараты защитного отключения, защита от импульсных перенапряжений»	AutoCad	Система автоматизированного проектирования (САПР)	Autodesk	2009
		Power Point	Презентация	Microsoft	2010
		Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2010
		Microsoft Excel	Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft	2010

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 206	Компьютерный класс тип 1: компьютеров – 7шт., интерактивная доска – 1 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., инв. № 210124558132028
Корпус № 24, аудитория № 204	1. Проектор «Beng» W 1070 – 1 шт. инв. № 410138000002632. 2. Проекционный экран с электроприводом Digis Electra 240 x 240 NW (DSEM – 1106) – 1шт., инв. № 410138000002638.
Корпус № 24, аудитория № 211	<p style="text-align: center;"><u>Лаборатория «Электрические и электронные аппараты»</u></p> <p>Типовой комплект учебного оборудования «Электрические аппараты», исполнение стендовое, ручное ЭАСР: инв. № 410126000000024.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Модуль «Модуль питания» -Модуль «Автотрансформатор» -Модуль «Модуль измерительный» -Модуль «Секундомер и светосигнальная арматура» -Модуль «Электромагнитное реле» -Модуль «Реле времени и напряжения» -Модуль «Предохранители и автоматические выключатели» -Модуль «Магнитный пускатель» -Модуль «Реле тока и тепловое реле» -Модуль «Командоаппараты и датчики» -Каркас 2x5 -Стол лабораторный с подвесным ящиком -Комплект соединительных проводников и кабелей. <p>1. Лабораторная работа «Исследование параметров контактных систем коммутационных аппаратов»: Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 1 А -Милливольтметр 200 мВ -Реостат 2 А, 50 Ом -Контактор ПМЛ2100 -Кнопочный пост ПКЕ 112-1 У3 К Гр -Универсальный переключатель УП5313</p> <p>2. Лабораторная работа «Исследование защитных характеристик реле перегрузки электротепловых токо-</p>

	<p>ВЫХ»</p> <ul style="list-style-type: none"> -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Реостат 2 А, 50 Ом -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 25 А -Реле тепловое РТЛ 1016, 9-13 А -Реле тепловое ТРН 25, 12 А -Секундомер 0-3600 с <p>3. Лабораторная работа «Исследование защитных характеристик автоматических выключателей»:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Реостат 2 А, 50 Ом -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 25 А -Автоматический выключатель АП50Б, 6,3 А -Автоматический выключатель ВА47-29, С10 -Автоматический выключатель ДЕК ВА 101, С10 -Секундомер 0-3600 с <p>4. Лабораторная работа «Исследование параметров срабатывания УЗО-Д»:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Прибор АСТРА-ПРОФИ -Лампа накаливания 220 В, 40 Вт (2 шт.) -Автоматический выключатель ВА47-29, С16 -УЗО ВД1-63 20А, 10 мА -УЗО DEKraft 2P 63А 100мА -УЗО DEKraft 2P 63А 30мА
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный курс «Электрические аппараты» является одним из основных при подготовке бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение. В этом курсе студент получает знания по устройству, методам расчета и выбора электрических аппаратов, используемых при электрификации технологических процессов сельскохозяйственного производства. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Методические рекомендации для успешного освоения студентами дисциплины «Электрические аппараты» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**.

Самостоятельно производить расчет и выбор электрических и электронных аппаратов с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Организовать электронное хранилище информации по своему направлению подготовки и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. При подготовке к выполнению *лабораторной* работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных работах необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день её выполнения или ближайшее время.

3. На *практических* занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

4. Максимально использовать возможности производственной технологической практики на предприятии для визуального изучения, имеющихся на предприятии автоматизированных систем управления технологическими процессами.

5. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропродмаш», «Золотая осень», «Электро 20..» и др.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы заданные преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы заданные преподавателем по теме практического занятия.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электрические аппараты», согласно структуре, являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации. На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются вопросы изучения особенностей:

– электрических аппаратов, применяемых в электроприводах рабочих машин различных технологических процессов сельскохозяйственного производства;

– проектирования и эксплуатации электрических аппаратов в системах с автоматизированными электроприводами рабочих машин.

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т. п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т. п.

Лабораторные работы проводятся на специализированных стендах в лаборатории «Электрические и электронные аппараты» и согласно разработанным на кафедре методическим указаниям.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы). При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия, ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины. Занятия проводятся в интерактивной форме.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, нормативно правовых актов, информационно-справочных ресурсов и поисковых систем по электрооборудованию.

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

Программу разработали:

Кабдин Н.Е., к.т.н., доцент

(подпись)

Локтин Ю.Г., ассистент

(подпись)