

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Арженовский Александр Григорьевич

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

Дата подписания: 2025.01.14:58:36

Уникальный программный код:

3097683b38557fe682a7027e64c5f15ba3ab904



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 автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

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

А.Г. Арженовский

“ 23 ” 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.01 «Электрические и электронные аппараты»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность: Электропривод и автоматика

Курс – 4

Семестр – 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025 г.

Москва, 2025

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


(подпись)

Селезнева Д.М., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Рецензент: Лештаев О.В., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

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

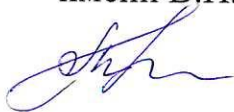
Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 10 «20» июня 2025 г.

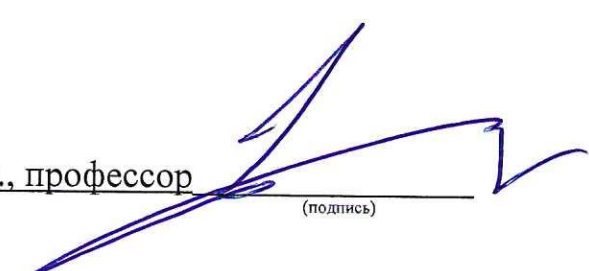
И. о. заведующего кафедрой Шабаев Е.А., к. т. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)




(подпись)

Протокол № 5 «20» июня 2025 г.

И. о. заведующего выпускающей кафедрой автоматизации
и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина Шабаев Е.А., к. т. н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

«20» июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ


(подпись)

Содержание

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТВЕТСТВУЮЩИХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	9
4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре	9
* в том числе практическая подготовка	9
4.2. Содержание дисциплины	9
4.3. Лекции, лабораторные работы, практические занятия	16
4.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины	22
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	23
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	24
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	25
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	34
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	34
7.1. Основная литература	34
7.2. Дополнительная литература	35
7.3. Нормативные правовые акты	36
7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям	37
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	37
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	38
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	40
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ. ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	43
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	43

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Электрические и электронные аппараты» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электропривод и автоматика

Цель освоения дисциплины: формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих 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 электрификации технологических процессов сельскохозяйственного производства; возможностей их применения в различных устройствах с учетом режимов работы электротехнического оборудования, особенностей монтажа, наладки и эксплуатации, 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.

Приобретение навыков владения программами Statistica, Mathcad, Matlab, Microsoft Power Point, Mingo, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Приобретение студентами умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, eLibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в часть, формируемую участниками образовательных отношений по выбору 1 (ДВ.1) по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электропривод и автоматика.

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

Краткое содержание дисциплины:

Электрические и электронные аппараты, общие понятия и требования. Стандартизация и сертификация в сфере производства и применения электрических аппаратов. Электрические контакты. Разновидности и характеристики электрических контактов. Искровой и дуговой разряд при коммутации. Возникновение и свойства искрового и дугового разряда при коммутации. Устройства дуготушения в электрических аппаратах. Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Тепловые процессы в электрических аппаратах. Электродинамические силы в электрических аппаратах. Электромагнитный привод в электрических аппаратах. Устройство и характеристики электромагнитных приводов, используемых в электрических аппаратах. Аппараты защиты от сверхтоков. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтока. Плавкие предохранители. Силовые автоматические выключатели. Автоматические выключатели бытового и аналогичного назначения. Реле перегрузки

электроцепловые токовые. Аппараты защитного отключения. Назначение и принцип действия защитного отключения, управляемого дифференциальным током. УЗО-Д и дифавтоматы. Силовые коммутационные аппараты с ручным и электромагнитным приводом. Критерии выбора пускозащитной аппаратуры. Аппаратура управления и сигнализации. Устройства ручного управления, сигнальные и индикаторные устройства. Электрические датчики. Устройства дистанционного и автоматического управления. Аппараты защиты от перенапряжений. Виды перенапряжений, устройства защиты от импульсных перенапряжений. Низковольтные комплектные устройства. Комплектные устройства электрической аппаратуры. Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты. Силовые электронные преобразователи, регуляторы и стабилизаторы. Электрические и электронные аппараты для измерений. Устройства для преобразования сигналов в целях измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зачетных единиц (144 часов).

Промежуточный контроль: зачет с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих 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 электрификации технологических процессов сельскохозяйственного производства; возможностей их применения в различных устройствах с учетом режимов работы электротехнического оборудования, особенностей монтажа, наладки и эксплуатации, 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.

Приобретение навыков владения программами Statistica, Mathcad, Matlab, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

Приобретение студентами умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, eLibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДП.1) Блоку 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по

направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленности «Электропривод и автоматика».

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электрические и электронные аппараты» являются курсы: электротехнические материалы (1 курс, 2 семестр), высшая математика (1 курс, 1-2 семестр; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 1 и 2 семестры), специальные главы физики (2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), цифровые технологии (2 курс, 3 семестр), основы электротехники (2 курс, 4 семестр), теоретические основы электротехники (2 курс, 4 семестр), теоретическая механика (2 курс, 3 семестр), сопротивление материалов (2 курс, 4 семестр), электроника (3 курс, 5 семестр).

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» является основной для изучения следующих дисциплин: управление электроприводами (4 курс, 7 семестр), надежность систем электропривода (4 курс, 7 семестр), эксплуатация электрооборудования (4 курс, 7 и 8 семестры), специализированный электропривод (4 курс, 8 семестр), проектирование систем электропривода (4 курс, 8 семестр).

Освоение дисциплины «Электрические и электронные аппараты» необходимо при выполнении выпускной квалификационной работы.

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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представленные в таблице 1.

Таблица 1
Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Код и содержание индикатора достижения компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:			
				знать	уметь	применять	выдавать
1	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи	общие принципы критического анализа для решения задач по выбору аппаратов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Excel, Word, PowerPoint, AutoCAD, Matlab, Minitest)	применять принципы критического анализа для решения задач по выбору аппаратов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Excel, Word, PowerPoint, AutoCAD, Matlab, Minitest)	применять принципы критического анализа для решения задач по выбору аппаратов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Excel, Word, PowerPoint, AutoCAD, Matlab, Minitest)	методами критического анализа для решения задач по выбору аппаратов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Excel, Word, PowerPoint, AutoCAD, Matlab, Minitest)

2	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электро-технического оборудования в сельскохозяйственной промышленности	ПКос-2.1	Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и электро-технического оборудования	Методами выбора аппаратов с учетом режима работы электро-технического оборудования	Осуществлять выбор аппаратов с учетом режима работы электро-технического оборудования	Методами выбора аппаратов с учетом режима работы электро-технического оборудования
---	--------	--	----------	--	--	---	--

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часов), их распределение по видам работ в семестре № 6 представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	час. всего/ч	Трудоёмкость в т.ч. в семестре № 5 всего/ч			
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144				
Контактная работа	84,35				
Аудиторная работа	84,35				
В том числе:					
лекции (Л)	34				
практические занятия (ПЗ)	34/4				
лабораторные работы (ЛР)	16				
консультации перед экзаменом	-				
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				
Самостоятельная работа (СРС)	59,65				
Расчётно-графическая работа	20				
самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материалов учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям)	30,65				
Подготовка к зачёту с оценкой	9				
Вид контроля:					
* в том числе практическая подготовка.					

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	час. всего/ч	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Общие понятия об электрических и электронных аппаратах»	4	2				2
Раздел 2 «Электрические контакты»	15	2	6	4		3
Раздел 3 «Искровой и дуговой разряд при коммутации»	14	2	6	2		4
Раздел 4 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов»	14	4	4	2		4
Раздел 5 «Электромагнитный привод в электрических аппаратах»	8	2		2		4

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	час. всего/ч	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 6 «Аппараты защиты от сверхтоков»	12	4	2	2		4
Раздел 7 «Аппараты защитного отключения»	10	2	2	2		4
Раздел 8 «Силовые коммутационные аппараты»	8	2		2		4
Раздел 9 «Выбор пускозащитной аппаратуры»	12/4	2	6/4			4
Раздел 10 «Аппаратура управления и сигнализации»	8	2	2			4
Раздел 11 «Аппараты защиты от перенапряжений»	4	2				2
Раздел 12 «Низковольтные комплектные устройства»	7,65	2	2			3,65
Раздел 13 «Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока»	10	2	4			4
Раздел 14 «Электрические и электронные аппараты для измерений»	8	4				4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35					0,35
Зачёт с оценкой	9					9
Всего за 6 семестр	144/4	34	34/4	16		59,65
Итого по дисциплине	144/4	34	34/4	16		59,65

* в том числе практическая подготовка.

Раздел 1. Общие понятия об электрических и электронных аппаратах

Тема 1. Электрические и электронные аппараты, общие понятия и требования

Рассматриваемые вопросы.

Электрические и электронные аппараты, термины и определения, основные понятия, назначение, область применения, классификация 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 производства и 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 апретирование электрических аппаратов в системе действующих стандартов и отраслевых нормативов. Сертификация продукции и услуг в области электротехники. Правила выдачи сертификатов соответствия на электрические аппараты.

Раздел 2. Электрические контакты

Тема 3. Разновидности и характеристики электрических контактов Рассматриваемые вопросы.

Разновидности электрических контактов по исполнению и назначению. Формы соприсасывающихся контактных поверхностей, основные конструкции и параметры коммутируемых контактов. Переходное сопротивление контакта. Контактное нажатие, самостановление и самозачистка контактов. Износ контактных поверхностей в различных режимах работы, разрывная способность контакта. Основные материалы, используемые для изготовления контактов, их свойства, достоинства и недостатки.

Раздел 3. Искровой и дуговой разряд при коммутации

Тема 4. Возникновение и свойства искрового и дугового разряда при коммутации Рассматриваемые вопросы.

Искровой разряд при коммутации, возникновение, характеристики, воздействие на контактные поверхности. Дуговой разряд при коммутации, условия возникновения, вольтамперная характеристика, процессы в дуговом промежутке. Особенности течения электрической дуги на постоянном и переменном токе. Воздействие дуги на контактные поверхности.

Тема 5. Устройство дуготашения в электрических аппаратах Рассматриваемые вопросы.

Принципы гашения электрической дуги, возникающей при коммутации. Разновидности и принцип действия дуготасительных устройств. Конструктивные сочетания различных способов гашения дуги. Устройства дуготашения применяемые для низковольтных и высоковольтных аппаратов. Бездуговая коммутация посредством применения электронных ключей. Сочетание применения коммутающих контактов и электронных ключей в гибридных аппаратах.

Раздел 4. Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов

Тема 6. Тепловые процессы в электрических аппаратах Рассматриваемые вопросы.

Источники тепла, процесс нагрева и распространения тепла в электрических аппаратах. Режимы работы электрических аппаратов по продолжительности включения. Термическая перегрузка при возникновении короткого замыкания в нагретом состоянии аппарата, термическая стойкость электрических аппаратов. Установленные нормативными 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.

Тема 7. Электродинамические силы в электрических аппаратах Рассматриваемые вопросы.

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.

Раздел 5. Электромагнитный привод в электрических аппаратах

Тема 8. Устройство и характеристики электромагнитных приводов, используемых в электрических аппаратах Рассматриваемые вопросы.

Электромагнитный привод в электрических аппаратах, назначение, устройство и принцип действия, классификация, конструктивные разновидности. Особенности работы электромагнитного привода на постоянном и переменном токе. МДС катушки, тяговая статическая характеристика, нагрузочная характеристика, мощности включения и удержания. Нормативные требования к электромагнитным приводам электрических аппаратов.

Раздел 6. Аппараты защиты от сверхтоков

Тема 9. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтока 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 10. 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 11. Силовые 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.

Тема 12. Автоматические выключатели бытового и аналогичного назначения

Рассматриваемые вопросы.

Автоматические выключатели модульной конструкции, 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 13. Реле перегрузки электротепловые токовые

Рассматриваемые вопросы.

Реле перегрузки электротепловые токовые, назначение, принцип действия, разновидности конструкции, классификация. Способы возврата электро-тепловых 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 7. Аппараты защитного отключения

Тема 14. Назначение и принцип действия защитного отключения, управляемого дифференциальным током

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 фоновых токов утечки при выборе УЗО-Д.

Тема 15. УЗО-Д и дифавтоматы

Рассматриваемые вопросы.

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.

Раздел 8. Силовые коммутационные аппараты

Тема 16. 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, устройство, назначение, область применения, разновидности конструкций, классификация, основные характеристики. Нормативные требования к системе управления. Электромагнитные контакторы модульной конструкции, назначение, разновидности, основные характеристики. Электромагнитные пускатели, понятие, назначение, конструктивные исполнения, нормативные категории применения контакторов и пускателей.

Раздел 9. Выбор пускозащитной аппаратуры

Тема 17. Критерии выбора пускозащитной аппаратуры

Рассматриваемые вопросы.

Нормативные категории применения электрических аппаратов. Условия выбора выбора разъединителей и разъединителей-переключателей. Условия выбора выключателей нагрузки с ручным приводом. Условия выбора контакторов и пускателей. Правила выбора защитных аппаратов, необходимые проверки по надежности отключения токов КЗ и неотключению пусковых токов. Выбор УЗО-Д с учетом назначения, конструктивного исполнения и типа характеристики.

Раздел 10. Аппаратура управления и сигнализации

Тема 18. Устройство ручного управления, сигнальные и индикаторные устройства

Рассматриваемые вопросы.

Элементы ручного управления, назначение, конструктивные разновидности, классификация, основные характеристики, механическая и коммутационная износостойкость. Категории применения элементов управления. Сигнальные и индикаторные устройства, назначение, область применения, разновидности конструкций.

Тема 19. Электрические датчики

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 20. Устройство дистанционного и автоматического управления

Рассматриваемые вопросы.

Электромагнитные и твердотельные реле, термины и определения, классификация, характеристики. Реле времени, классификация, группы методов замедления, характеристики, алгоритмы работы. Программные реле, микроконтроллеры, микропроцессоры, назначение, область применения, основные и дополнительные функции.

Раздел 11. Аппараты защиты от перенапряжений

Тема 21. 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), принцип действия, основные типы конструкции. Высоковольтные и низковольтные УЗИП. Классы УЗИП, основные характеристики, схемы присоединения. Деградиация УЗИП, способы контроля исправности и восстановления работоспособности.

Раздел 12. Низковольтные комплектные устройства

Тема 22. Комплектные устройства электрической аппаратуры

Рассматриваемые вопросы.

Низковольтные комплектные устройства (НКУ), термины и определения, классификация, основные характеристики, особые условия эксплуатации. Достоинства применения НКУ. Формирование технического задания на изготовление индивидуального НКУ. Заказ типовой конструкции по опросному листу. Требования и положения, подлежащие обязательному согласованию между изготовителем и потребителем согласно нормативам.

Раздел 13. Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока

Тема 23. 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 24. 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, назначение, классификация по характеру преобразования, методу управления, основные характеристики. Частотные регуляторы для асинхронного электропривода, структурная схема, принцип действия, основные характеристики, базовые и дополнительные функции, преимущества применения.

Раздел 14. Электрические и электронные аппараты для измерений

Тема 25. Устройства для преобразования сигналов в цепях 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.

4.3. Лекции, лабораторные работы, практические занятия

Таблица 4
Содержание лекций, лабораторных работ, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Номера и наименования 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 и электронных аппаратах»	Лекция № 1. Электрические и электронные аппараты, общие понятия и требования Тема 2. Стандартизация и сертификация в сфере производства и применения электрических аппаратов	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
2.	Раздел 2 «Электрические контакты»	Лекция № 2. Электрические контакты (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		12
	Тема 3. Разновидности и характеристики электрических контактов	Практическое занятие № 1, № 2, № 3 Электрические контакты Mephtmeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Тестирование, решение типовых задач	6
		Лабораторная работа № 1. Исследование параметров контактных систем коммутационных аппаратов КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Mi-	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	4

№ 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
3.	Раздел 3 «Искровой и дуговой разряд при коммутации»	Лекция № 3. Возникновение и свойства искрового и дугового разряда при коммутации. Устройство дугогашения в электрических аппаратах Практическая работа № 4, № 5, № 6. Искровой и дуговой разряд при коммутации Меніmeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Решение типовых задач	10
	Раздел 4 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов»	Лекция № 3. Возникновение и свойства искрового и дугового разряда при коммутации. Устройство дугогашения в электрических аппаратах Практическая работа № 4, № 5, № 6. Искровой и дуговой разряд при коммутации Меніmeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
4.	Раздел 4 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов»	Лекция № 4. Тепловые процессы в электрических аппаратах (с мультимедиа-элементами) Лабораторная работа № 3. Исследование процесса нагрева и распространения тепла в электрических аппаратах КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 7. Электродинамические силы в электрических аппаратах	Лекция № 5. Электродинамические силы в электрических аппаратах (с мультимедиа-элементами)	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		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
5.	Раздел 5 «Электромагнитный привод в электрических аппаратах»	Тема 8. Устройство и характеристики электрических приводов, используемых в электрических аппаратах Лекция № 6. Электромагнитный привод в электрических аппаратах (с мультимедиа-элементами) Лабораторная работа № 4. Исследование свойств электромагнитных приводов электрических аппаратов КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Защита лабораторной работы	2
6.	Раздел 6 «Аппараты защиты от сверхтоков»	Тема 9. Общие сведения об аппаратах защиты от сверхтоков Тема 10. Плавкие предохранители Тема 11. Силовые автоматические выключатели Тема 12. Автоматические выключатели бытового и аналогового назначения Тема 13. Реле перегрузки электро-тепловые токовые	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу, решение типовых задач	4
	Тема 11. Силовые автоматические выключатели	Лекция № 8. Силовые автоматические выключатели. Автоматические выключатели бытового и аналогового назначения Реле перегрузки электро-тепловые токовые	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2
	Тема 13. Реле перегрузки электро-тепловые токовые	Практическое занятие № 9. Характеристики аппаратов защиты от сверхтоков Меніmeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		2

№ п/п	Номера и наимено- вание разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		Лабораторная работа № 5. Исследование защитных характери- стик автоматических выключателей КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Mi- crosoft Excel, Mi- crosoft Word	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)	Защита лаборатор- ной работы	2
7.	Раздел 7 «Аппараты защитного отклю- чения»				6
	Тема 14. Назначе- ние и принцип действия защитно- го отключения, управляемого дифференциаль- ным током Тема 15. УЗО-Д и дифавтоматы	Лекция № 9. Назна- чение и принцип дей- ствия защитного от- ключения, управле- мого дифференциаль- ным током. УЗО-Д и дифавтоматы (ультимедиа- презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)		2
		Практическое занятие № 10. Характеристи- ки УЗО-Д. Mentimeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)	Вопросы к устному во- просу	2
		Лабораторная работа № 6. Исследование параметров срабаты- вания УЗО-Д и дифавтоматов (прак- тическая демонстра- ция прибора «Астро- Профи» разработки ООО «Астро-УЗО») КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Mi- crosoft Excel, Mi- crosoft Word	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)	Защита лабораторной работы	2
8.	Раздел 8 «Силовые коммутационные аппараты»				4
	Тема 16. Силовые коммутационные аппараты с руч- ным и электромаг- нитным приводом	Лекция № 10. Силов- ые коммутационные аппараты (ультимедиа- презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)		2
		Лабораторная работа № 7. Исследование	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)	Защита лабо- раторной ра-	2

№ п/п	Номера и наимено- вание разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов
		конструкции и харак- теристик электромаг- нитных реле, контак- торов и пускателей КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Mi- crosoft Excel, Mi- crosoft Word	2.1)	Боты	
9.	Раздел 9 «Выбор пускозащитной аппа- ратуры»				8/4*
	Тема 17. Критерии выбора пускоза- щитной аппарату- ры	Лекция № 11. Выбор пускозащитной аппа- ратуры	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)		2
		Практическое занятие № 11, № 12, № 13. Выбор аппаратов за- щиты и управления Mentimeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)	Решение ти- повых задач	6/4*
10.	Раздел 10 «Аппаратура управления и сигнализации»				4
	Тема 18. Устрой- ства ручного управления, сиг- нальные и индика- торные устройства	Лекция № 12. Устройства ручного управления, сигналь- ные и индикаторные устройства. Электри- ческие датчики.	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)		2
	Тема 19. Электри- ческие датчики	Устройства дистан- ционного и автомати- ческого управления (ультимедиа- презентация) Power Point			
	Тема 20. Устрой- ства дистанцион- ного и автомати- ческого управле- ния	Практическое занятие № 14 Разновидности и характеристики электрических датчи- ков. Mentimeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)	Вопросы к устному опросу	2
11.	Раздел 11 «Аппараты защиты от перена- пряжений»				2
	Тема 21. Виды пе- ренапряжений, устройства защиты от импульсных пе- ренапряжений	Лекция № 13. Аппа- раты защиты от пере- напряжений (ультимедиа- презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос- 2.1)		2
12.	Раздел 12 «Низковольтные комплектные				2

№ п/п	Номера и наименования разделов, тем	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	устройств»				
	Тема 22. Комплексные устройства электрической аппаратуры	Лекция № 14. Низковольтные комплекты устройств (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
		Практическое занятие № 15. Низковольтные комплекты устройств. Ментimeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	2
13.	Раздел 13 «Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока»				4
	Тема 23. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты	Лекция № 15. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты. Силовые электронные преобразователи, регуляторы и стабилизаторы (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		2
	Тема 24. Силовые электронные преобразователи, регуляторы и стабилизаторы	Практическое занятие № 16, 17 Статические пускорегулирующие аппараты. Ментimeter	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)	Вопросы к устному опросу	4
14.	Раздел 14 «Электрические и электронные аппараты для измерений»				4
	Тема 25. Устройства для преобразования сигналов в целях измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета	Лекция № 16, 17 Электрические и электронные аппараты для измерений (мультимедиа-презентация) Power Point	УК-1 (УК-1.2) ПКос-2 (ПКос-2.1)		4

* в том числе практическая подготовка.

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Номера и наименования разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Раздел 1 «Общие понятия об электрических и электронных аппаратах»	
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; ПКос-2)
	Раздел 2 «Электрические контакты»	
2.	Тема 3. Разновидности и характеристики электрических контактов	Влияние шероховатости поверхности контактов на величину переходного сопротивления (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 3 «Искровой и дуговой разряд при коммутации»	
3.	Тема 5. Устройства дугогашения в электрических аппаратах	Расчет необходимого количества пластин дугогасительной решетки (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 4 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов»	
4.	Тема 6. Тепловые процессы в электрических аппаратах	Расчет и графическое построение кривой нагрева и охлаждения аппарата согласно индивидуальному заданию (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 5 «Электромагнитный привод в электрических аппаратах»	
5.	Тема 8. Устройство и характеристики электромагнитных приводов, используемых в электрических аппаратах	Повышение быстродействия электромагнитных приводов. (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 6 «Аппараты защиты от сверхтоков»	
6.	Тема 11. Силовые автоматические выключатели	Применение дополнительных устройств для дистанционного управления отключением автоматических выключателей. (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 7 «Аппараты защитного отключения»	
7.	Тема 15. УЗО-Д и дифавтоматы	История изобретения и внедрения устройств защитного отключения (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 8 «Силовые коммутационные аппараты»	
8.	Тема 16. Силовые коммутационные аппараты с ручным и электромагнитным приводом	Современные достижения в области применения металлоконструктивных материалов для изготовления силовых контактов (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 9 «Выбор пускозащитной аппаратуры»	
9.	Тема 17. Критерии выбора пускозащитной аппаратуры	Проектирование электротехнических устройств в среде САПР. Самостоятельное изучение ПЗУ редакция 7, Глава 3.1 защита электрических сетей напряжением до 1 кВ. (УК-1; ПКос-2)
	Раздел 10 «Аппаратура управления и сигнализации»	
10.	Тема 19. Устройства	Современные программируемые устройства автоматического

№ п/п	Номера и наименования разделов, тем дистанционного и автотоматического управления	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел II «Аппараты защиты от перенапряжений»		
11.	Тема 21. Виды перенапряжений, устройства защиты от импульсных перенапряжений	Самостоятельное изучение требований стандарта ГОСТ Р 51992-2011 к методам испытаний устройств защиты от импульсных перенапряжений в низковольтных силовых распределительных системах (УК-1; ПКос-2)
Раздел 12 «Низковольтные комплектные устройства»		
12.	Тема 22. Низковольтные комплектные устройства	Требования стандартов при заключении контракта на изготовление и поставку НКУ. (УК-1; ПКос-2)
Раздел 13 «Статические пускорегулирующие аппараты постоянного и переменного тока»		
13.	Тема 23. Статические коммутационные и пускозащитные аппараты	Современные устройства плавного пуска асинхронных электродвигателей (УК-1; ПКос-2)
Раздел 14 «Электрические и электронные аппараты для измерений»		
14.	Тема 25. Устройства для преобразования сигналов в целях измерения, управления, релейной защиты и коммерческого учета	Витковая коррекция трансформаторов тока и напряжения с целью уменьшения погрешности (УК-1; ПКос-2)

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и трафику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Электрические и электронные аппараты» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
 - основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
 - дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.
 - цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom).
- Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6.

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Возникновение и свойства искрового и дугового разряда при коммутации	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
2.	Тепловые процессы в электрических аппаратах	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
3.	Реле перерезки электро-тепловые токовые.	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
4.	Выбор пускозащитной аппаратуры.	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
5.	Назначение и принцип действия защитного отключения, управляемого дифференциальным током	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
6.	Статические коммутационные и пускозащитные аппараты	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
7.	Исследование свойств электромагнитных приводов электрических аппаратов	Технология проблемного обучения
8.	Исследование параметров срабатывания УЗО-Д и дифавтоматов (практическая демонстрация прибора «Астро-Профи» разработки ООО «Астро-УЗО»)	Технология проблемного обучения
9.	Исследование конструкции и характеристик электромагнитных реле, контакторов и пускателей	ЛР Технология проблемного обучения

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

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

В течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
 - промежуточный.
- Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, выполнение обучающих-диагностических тестов, решения типовых задач, защита лабораторных работ, выполнение расчетно-графической работы.
- Промежуточный контроль** знаний: зачет с оценкой.

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

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

Задачей расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, освоение методов определения головных трудозатрат на проведение эксплуатационных работ, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, eLibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители)

Расчетно-графическая работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных материалов. Оформляется расчетно-графическая работа в текстовом редакторе Microsoft Word. Исходные данные для выполнения расчетно-графической работы персонально для каждого студента.

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

В расчетно-графической работе согласно индивидуальному заданию и методическим рекомендациям необходимо произвести выбор аппаратов для вводно-распределительного устройства (ВРУ): разъединителя, предохранителей, автоматических выключателей, электромагнитных контакторов и электро-тепловых реле для линий питания двух электродвигателей, электронагревателя и шита питания осветительной сети.

Для выбранной аппаратуры произвести проверки: на стойкость оборудования к максимальным токам КЗ, надежность отключения минимальных токов КЗ, неотключение пусковых токов. Начертить силовую однолинейную схему ВРУ с подключенным электрооборудованием, построить графики карт селективности последовательно включенных тепловых расцепителей автоматического выключателя и реле перегрузки электротеплового токового для линий питания электродвигателей.

Варианты заданий расчетно-графической работы определяются лектором дисциплины «Электрические и электронные аппараты».

Задание к расчетно-графической работе выдается каждому студенту индивидуально.

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

Раздел 2. «Электрические контакты»

Тема 3. Разновидности и характеристики электрических контактов.

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

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы.

1. Что такое расщеп контактов?
2. Что означает провал контакта?
3. Что такое контактное нажатие?
4. Какие бывают формы контактных поверхностей?
5. Что называют переходным сопротивлением контакта?
6. Как влияет форма и материал контактов на переходное сопротивление?
7. Как влияет сила контактного нажатия на переходное сопротивление?
8. Как зависит переходное сопротивление от температуры контакта?
9. Как влияет окисление контактной поверхности на величину переходного сопротивления?
10. Как определить мощность, выделяющуюся на переходном сопротивлении контакта при протекании тока?

3) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся:
Раздел 2. «Электрические контакты»

Тема 3. Разновидности и характеристики электрических контактов
Практическое задание № 1, № 2, № 3 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 скользшему 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 прямоугольным перемещением.
- 2) Силовой контакт для коммутации тока в электрической линии.
- 3) Площадь контактного соприкосновения плоской и цилиндрической поверхностей.
- 4) Контакт при включении которого отсутствует вращательное движение.

9. Пальцевый контакт имеет:

- 1) Механизм с прамоллинейным движением.
- 2) Подвижную часть, совершающую поворотное движение.
- 3) Площадь 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 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) Добавки для снижения переходного сопротивления контактов.
- 5) Материала для изготовления скользящих контактов.

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

- 1) Конструкции с провалом контактов.
- 2) Самоустанавливающейся конструкцией.
- 3) Возвратный механизм.
- 4) Гибкий токопровод.

15. Для контактов рычажного типа характерно:

- 1) Эффективное охлаждение контактов.
- 2) Эффективное удаление окисдных пленок с контактной поверхности.
- 3) Требуется меньшее усилие прижатия.
- 4) Меньшее искрение при коммутации.

3) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся:

Раздел 2. «Электрические контакты»

Тема 3. Разновидности и характеристики электрических контактов
Практическое занятие № 1, № 2, № 3 Электрические контакты

Задача 1. Два круглых медных стержня на торцах обработаны под сферу $r = 40$ мм и стянуты силой $F = 100$ Н. Определить сопротивление стягивания R_c .

Задача 2. Определить величину F контактного нажатия мостикового контакта, если через контакт протекает ток $I = 5$ А, а контакты изготовлены из серебряных накладок полусферической формы радиуса $r = 1$ см.

Задача 3. Определить минимальный сваривающий ток розеточного контакта из меди, если сила $F = 50$ Н на одну ламель, всего ламелей 6 штук.

Задача 4. Два медных стержня диаметром $d = 20$ мм сжаты силой $F = 390$ Н. Торцы обработаны под сферу $r = 10$ мм. Определить, какой постоянный ток в течение времени $t = 0, 2$ сваривания.

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

По разделу 4 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов, силовые коммутационные аппараты»

Теме 6. Тепловые 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 с оценкой):
1. Электрические аппараты, определение, основные классификации, стандартизация и нормирование параметров электрических аппаратов.
 2. Переходное сопротивление электрического контакта, его составляющие, факторы, влияющие на их величину.
 3. Вольтамперная характеристика электрической дуги, условия возникновения и устойчивого горения электродугового разряда.
 4. Дутогасительные рога контактов, назначение, принцип действия, сочетание с другими видами дутогасительных устройств.
 5. Нагрев электрических аппаратов, возникновение кратковременных термических перегрузок токоведущих частей аппаратов при протекании сверхтоков.
 6. Усилия, действующие на токоведущие части электрических аппаратов при протекании постоянного и переменного тока, динамическая стойкость аппаратов.
 7. Сопротивление сглаживания в коммутирующем контакте, факторы, влияющие на его величину.
 8. Эрозия и коррозия коммутирующих контактов, причины возникновения, способы предотвращения интенсивного износа контактных поверхностей.
 9. Особенности горения и гашения электрической дуги на постоянном и переменном токе.

10. Основные способы дутогашения применяемые в коммутационных аппаратах.
11. Конструктивные разновидности коммутационных контактов, самоустановление, расстор и провал коммутирующего контакта.
12. Классификация электрических аппаратов по назначению, роду тока, величине напряжения и тока, степени защиты от факторов внешней среды.
13. Понятие сверхтока, виды сверхтоков и причины их возникновения, устройства, обеспечивающие защиту от сверхтоков.
14. Фоновый ток утечки, методы определения, учет величины фонового тока утечки при выборе УЗО-Д.
15. Внешние и внутренние перенапряжения, причины их возникновения, основные характеристики перенапряжений.
16. Возникновение электрической дуги при коммутации, процессы в дуговом промежутке, воздействие дуги на контактные поверхности.
17. Искровой разряд при коммутации, воздействие искры на контактные поверхности, способы предотвращения интенсивного износа контактов искровым разрядом.
18. Магнитопроводы контактов, управляемых постоянным и переменным током, отключающие особенности их конструктивного устройства и работы.
19. Тепловые процессы в электрических аппаратах, источники нагрева, распространение тепла в аппарате, режимы работы электрических аппаратов.
20. Особенности электродинамического взаимодействия токоведущих частей и расчета устойчивости электрических аппаратов в трехфазной системе переменного тока.
21. Конструкции коммутирующих контактов, формы контактных поверхностей, способы снижения переходного сопротивления контактов.
22. Принцип дутогашения с использованием магнитного дутья, разновидности систем магнитного дутья, совмещение магнитного дутья с другими устройствами дутогашения.
23. Дребезг контактов, влияние дребезга на износ контактных поверхностей, способы устранения дребезга контактов.
24. Конструктивное устройство и принцип действия плавкого предохранителя с полным защитным диапазоном.
25. Принцип гашения электрической дуги в масле, в вакууме и воздушным дутьем, аспекты применения данных способов дутогашения.
26. Принцип гашения электрической дуги в дутогасительной решетке и дутогасительной камере, сочетание этих устройств с другими способами дутогашения.
27. Факторы, влияющие на переходное сопротивление коммутирующих контактов, способы снижения пикового сопротивления и сопротивления сглаживания.
28. Основные группы методов замедления используемые в конструкциях реле времени, преимущества применения электронных реле времени.
29. Основные материалы, используемые для изготовления коммутирующих контактов, сравнительные характеристики различных материалов.

30. Пленочное сопротивление электрического контакта, факторы, влияющие на его величину, способы снижения пленочного сопротивления.
31. Реле перегрузки электротепловые токовые, принцип действия, основные параметры, примерный вид защитной характеристики.
32. Плавкие предохранители с частичным и полным защитным диапазоном, буквенные обозначения полноты защитного диапазона и типа защищаемого оборудования.
33. Назначение и принцип действия УЗО управляемых дифференциальным током.
34. Типы расцепителей максимального тока применяемые в автоматических выключателях, их устройство и примерный вид защитных характеристик.
35. Статические пускатели для трехфазного асинхронного электропривода, разновидности по количеству электронных ключей, основные и дополнительные функции.
36. Селективность действия защиты от сверхтоков, виды селективности, катетории применения автоматических выключателей.
37. Устройство температурной компенсации и ускорения срабатывания при неполнофазной нагрузке в реле перегрузки электротепловых токовых.
38. Типы защитных характеристик автоматических выключателей модульного типа.
39. Виды УЗО-Д по конструктивному исполнению, преимущества и недостатки различных исполнений.
40. Устройство и принцип действия электромагнитных контакторов, катетории применения контакторов и пускателей.
41. Пределная коммутационная способность и класс токоограничения автоматических выключателей бытового и аналогичного назначения.
42. Устройство и принцип действия плавких предохранителей, классификация предохранителей по скорости срабатывания.
43. Селективность действия УЗО-Д, типы селективных УЗО, параметры задержек срабатывания разных типов.
44. Разъединители и разъединители – переключатели, назначение, конструктивные разновидности, катетории применения выключателей – разъединителей.
45. Электрические реле, классификация по назначению, принципу действия, характеру изменения, вызывающего срабатывание.
46. Маркировка УЗО-Д и дифавтоматов на лицевой панели, боковых поверхностях и у мест присоединения проводников.
47. Реле времени, назначение, разновидности, основные группы методов замедления.
48. Структурная схема и принцип работы статических частотных регуляторов для трехфазного асинхронного электропривода, основные и дополнительные функции регуляторов.
49. Электрические датчики, классификация по виду входного сигнала и характеру выходного сигнала, основные характеристики электрических датчиков.

50. Гибридные силовые аппараты управления, принцип действия, преимущества и недостатки.
51. Основные и дополнительные функции интеллектуальных датчиков.
52. Применение электронных ключей в силовых аппаратах управления, преимущества и недостатки электронных ключей в сравнении с коммутирующими контактами.
53. Электромагнитные пускатели, назначение, состав аппаратуры, разновидности конструктивного исполнения.
54. Принцип действия теплового и электромагнитного расцепителей автоматического выключателя, назначение механизма свободного расцепления.
55. Конструктивные отличия, преимущества и недостатки электромагнитных и электронных УЗО-Д.
56. НКУ, классификация по назначению и конструкции, принципы формирования заказа на изготовление и поставку НКУ, преимущества применения НКУ.
57. Принцип действия, конструктивные исполнения, условия выбора реле перегрузки электротепловых токовых.
58. Особенности применения УЗО в сетях с глухозаземленной нейтралью, правила подключения УЗО при наличии маркировки присоединительных выводов.
59. Принцип работы УЗИП коммутирующего, ограничивающего и комбинированного типа, различные схемы присоединения УЗИП.
60. Автоматические выключатели с гидравлическим замедлением расцепления, принцип работы и преимущества.
61. В каких случаях установка УЗИП 1-го класса (класс В) на вводе электропитания в здание является обязательной.
62. Установленный стандарт диапазон реального значения отключающего дифференциального тока УЗО типа «АС» по отношению к номинальному дифференциальному току.
63. Установленный нормативом диапазон времени срабатывания для автоматических выключателей 3-го класса токоограничения.
64. Нормативно требуемая стойкость к импульсным перенапряжениям для аппаратов вводно распределительных устройств 0,4 кВ.
65. Пределно допустимые значения номинального дифференциального тока и времени срабатывания УЗО-Д предназначенных для защиты от поражения электрическим током.
66. Нормативно установленные условия проверки надежности отключения минимального тока КЗ плавкими предохранителями для сетей до 1000 В.
67. Нормативно установленные правила проверки соответствия защитной характеристики автоматических выключателей модульного типа их паспортным параметрам.
68. Типы расцепления УЗО-Д по форме кривой дифференциального тока, условные буквенные и графические обозначения этих типов.
69. Нормативно установленные правила проверки соответствия защитных характеристик паспортным параметрам для автоматических выключателей конструктивного исполнения в литом корпусе.

70. Нормативно установленные правила проведения тестового испытания на работоспособность для автоматических выключателей модульного типа.
71. Установленный нормативом предельный ток, моделируемый устройством тестирования работоспособности по отношению к номинальному дифференциальному току УЗО-Д.
72. Нормированные значения уставок номинального отключающего дифференциального тока УЗО-Д предназначенных для защиты от пожара.
73. Требуемая стойкость к импульсным перенапряжениям аппаратуры распределительных и конечных цепей 0,4 кВ.
74. Группы электромагнитных реле по мощности срабатывания.
75. Стандартизированные значения максимальной коммутирующей способности автоматических выключателей бытового и аналогичного назначения.
76. Нормированное значение температуры окружающей среды для которой указываются защитные характеристики автоматических выключателей.
77. Условие проверки электромагнитного расцепителя автоматического выключателя на неотключение пускового тока при прямом пуске асинхронного двигателя.
78. Установленные стандартом безопасные сочетания тока и времени его воздействия на человека, принятые за основу защитных параметров УЗО-Д.
79. Установленное стандартом предельное время отключения для УЗО-Д обшего назначения и селективных УЗО-Д.
80. Нормированные значения кратности токов отсечки и времени воздействия при проверке электромагнитных расцепителей на соответствие паспортным параметрам.
81. Стандартизированные значения номинального условного тока короткого замыкания для УЗО-Д.
82. Нормированная предельная кратковременная температура для токоведущих частей аппаратов (кроме алюминиевых), соприкасающихся с органической изоляцией или маслом.
83. Условия надежного отключения минимального тока КЗ электромагнитными расцепителями автоматических выключателей.
84. Условия выбора номинального тока УЗО-Д устанавливаемого в цепи защищенной автоматическим выключателем.
85. Диапазон кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя модульного типа с защитной характеристикой «В».
86. Диапазон кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя модульного типа с защитной характеристикой «С».
87. Диапазон кратности тока срабатывания электромагнитного расцепителя автоматического выключателя модульного типа с защитной характеристикой «D».
88. Установленная стандартом предельная температура кратковременного нагрева алюминиевых токоведущих частей электрических аппаратов.

89. Какой мерой защиты от поражения электрическим током является установка УЗО-Д с номинальным дифференциальным током 30 мА.
90. Стандартизированные значения уставок номинального дифференциального тока УЗО-Д, назначение УЗО-Д в зависимости от величины номинального дифференциального тока.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии выставления оценок «зачета с оценкой» по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», представлены в таблице 7.

Таблица 7
Критерии оценки результатов обучения (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов, выполнявший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закрепленные за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.А. Фролов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 256 с. –

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/206918>

2. Герасенков, А. А. Электрические и электронные аппараты. Электромеханические аппараты: [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 2-х томах. Т. 1. / А. А. Герасенков, Н. Е. Кабдин; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра электропривода и электротехнологий. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Росинформатех, 2017. 164 с. -
Режим доступа: [^Ahttp://elb.tinasad.ru/dl/local/142.pdf](https://elb.tinasad.ru/dl/local/142.pdf)

3. Герасенков, А. А. Электрические и электронные аппараты. Электронные аппараты: [Электронный ресурс]: учебное пособие; в 2-х томах. Т. 2. / А. А. Герасенков, Н. Е. Кабдин; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва), Энергетический факультет, Кафедра электропривода и электротехнологий. - Электрон. текстовые дан. - Москва: Росинформатех, 2017. - 160 с. -
Режим доступа: [^Ahttp://elb.tinasad.ru/dl/local/158.pdf](https://elb.tinasad.ru/dl/local/158.pdf).

4. Курбатов, П. А. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс]: учебник и практикум для вузов / П. А. Курбатов, М. Г. Лепанов [и др.]. - Электрон. дан. соф. - Москва: Юрайт, 2023. - 440 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: <https://urait.ru/bscode/511440>

7.2. Дополнительная литература

1. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 228 с. -
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/121463>

2. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 448 с. -
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/210692>

3. Герасенков, А. А. Электропривод: устройства защиты и управления. [Текст]: учебное пособие / А.А. Герасенков, Н.Е. Кабдин, А.В. Серованцев. - М.: ФГБОУ ВПО МГЭУ, 2011. - 124 с.

4. 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 «Росинформатех», 2017. -164 с

5. 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 «Росинформатех», 2017. - 160 с.

6. Хакимьянов, М. И. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. И. Хакимьянов, Р. Т. Хазиева. - Уфа: УГНТУ, 2020. - 198 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/245261>

7. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. - Новосибирск: Норматика, 2019. - 462 с.

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 контакторы 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/ИЕС/ТР 62066:2002 «Переенапряжения импульсные и защита от переенапряжений 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 364-4-1-92) «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 и электронные аппараты» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия проводятся в группах, лабораторные работы в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение контрольной 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

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Design Expert (Stat-Easy, Inc.), Statistica, Mathcad, Matlab, КОМПАС, Компас-3D, AutoCad, Logo Soft Comfort, Microsoft Power Point, Mito, Kahoot, Memimeter, Pictochat, Zoom и др., Интернет, электронные интернет ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. http://window.edu.ru/window/library?p_id=40470 (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ).
2. <http://www.kodecs.pl/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате pdf для бесплатного перекачивания) (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 «Коллекс-Техэксперт») (открытый доступ).
7. <https://www.gost.ru/portal/gost/home/standards> («Ростандарт», официальный перечень действующих стандартов и регламентов) (открытый доступ).
8. <http://www.gsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
9. <http://www.cshb.ru/ebib.shtml> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
10. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова <http://www.libtau.ti.nasad.ru/> (открытый доступ).
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
 - https://psytests.org/ig/shkur/shkur_A-tip.html
 - <https://portal.ti.nasad.ru>
 - <https://onlinestrad.com/vmtrgicdroni>

– <https://www.memimeter.com/>

12. Каталоги электрооборудования фирм КЭАЗ; Сименс; Шнайдер-электрик; Овен, Лерранд, 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 «Электрические контакты»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР)	Microsoft Microsoft Autodesk	2016 2016 2020
		Power Point Memimeter	Презентация https://www.memimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft 2014	2016
2.	Раздел 3 «Искровой и дуговой разряд при коммутации»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР)	Microsoft Microsoft Autodesk	2016 2016 2020
		Power Point Memimeter	Презентация https://www.memimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft 2014	2016
3.	Раздел 4 «Термическая и электродинамическая стойкость электрических аппаратов»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР)	Microsoft Microsoft Autodesk	2016 2016 2020
		Power Point Memimeter	Презентация https://www.memimeter.com/	Microsoft 2014	2016

			компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени		
4.	Раздел 5 «Электромагнитный привод в электрических аппаратах»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.merimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk	2016 2016 2020
5.	Раздел 6 «Аппараты защиты от сверхтоков»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Merimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.merimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
6.	Раздел 7 «Аппараты защитного отключения»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Merimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.merimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
7.	Раздел 8 «Силовые коммутационные аппараты»	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Merimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.merimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
8.	Раздел 9 «Выбор	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016

пускозащитной аппаратуры»	Microsoft Excel AutoCad Power Point Merimeter	Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация https://www.merimeter.com/ компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2020 2016 2014
---------------------------	--	---	------------------------------------	------------------------------

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

Таблица 10

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
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 26 шт., проектор Асент 6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт.
Корпус № 24, аудитория № 211	Лаборатория «Электрические и электронные аппараты» Типовой комплект учебного оборудования «Электрические аппараты», исполнение стендовое, ручное ЭА-СР: инв. № 41012600000024. -Модуль «Модуль питания» -Модуль «Авотрансформатор» -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 2х5 -Стол лабораторный с подвесным ящиком -Комплект соединительных проводников и кабелей. 1. Лабораторная работа «Аппаратура защиты электро-двигателей»: -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Реоустат 2 А, 50 Ом -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 25 А -Реле тепловое РТЛ 1016, 9-13 А

Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, вклучающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом Общежитие № 4, №5 и № 11 Комнаты для самоподготовки	
-Реле тепловое ТРН 25, 12 А -Секундомер 0-3600 с 2. Лабораторная работа «Исследование характеристик автоматических выключателей»: -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Резистор 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 3. Лабораторная работа «Исследование устройства защитного отключения»: -Прибор АСТРА-ПРОФИ -Лампа накаливания 220 В, 40 Вт (2 шт.) -Автоматический выключатель ВА47-29, С16 -УЗО ВД1-63 20А, 10 мА -УЗО ДЕКгаф 2Р 63А 100мА -УЗО ДЕКгаф 2Р 63А 30мА 4. Лабораторная работа «Исследование характеристик электромагнитных контакторов»: -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Амперметр многопредельный 0,1 - 0,5 А -Вольтметр 250 В -Контактор ПМЕ211 -Контактор ПМЛ2100 -Контактор ПМ-12 0101 -Омметр 0-20000 Ом 5. Лабораторная работа «Исследование характеристик реле времени»: -Реле времени моторное РВ4-4 -Реле времени пневматическое РВП-72 -Секундомер 0-3600 с.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудитор-

ной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами:

лекции (занятия лекционного типа);
 практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимися;

групповые консультации;
 самостоятельная работа обучающихся;
 занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящие программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

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

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты по определению количественных показателей надежности, оптимальной периодичности обслуживания, запасных частей и электрооборудования.

2. На *практических* занятиях осмысленно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

3. 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 занятиях необходимо осмысленно 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.

4. Максимально использовать возможности производственной эксплуатации на практике на предприятии для визуального изучения всего электрооборудования и средств автоматизации, имеющихся на предприятии.

5. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропромаш», «Золотая осень» и др.

Самостоятельная работа студента предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на сессии студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (расчетно-графической работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

Расчетно-графическую работу следует выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

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

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы задаваемые 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, согласно структуре, являются лекции, практические и лабораторные 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 и электронных аппаратов, применяемых в электроприводах рабочих машин различных технологических процессов сельскохозяйственного производства;
- проектирования и эксплуатации электрических и электронных 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» по разработанным на кафедре методическим указаниям.

Лабораторные работы позволяют студентам изучить имеющиеся в лаборатории электрооборудование, провести экспериментальные исследования электрических аппаратов и аппаратуры защиты электродвигателей.

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, компьютерное тестирование по разделам дисциплины.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и

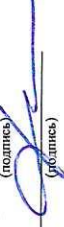
поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации технологических процессов.

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

Программу разработали:

Каблин Н.Е., к.т.н., доцент

Селезнева Д.М., к.т.н.


(подпись)

(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.03.01 «Электрические и электронные аппараты»
ОПОП ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электропривод и автоматика (квалификация выпускника – бакалавр)

Лештаевым Олегом Валерьевичем, доцентом кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени академика И.А. Будзко Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Электрические и электронные аппараты» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в Институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин (разработчики – Кабдин Николай Егорович, доцент, кандидат технических наук и Селезнева Дарья Михайловна, доцент, кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Электрические и электронные аппараты» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.
2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательной части дисциплин учебного цикла – Б1.
3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.
4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Электрические и электронные аппараты» закреплено 2 компетенция (2 индикатора компетенций). Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.
5. Общая трудоёмкость дисциплины «Электрические и электронные аппараты» составляет 4 зачётные единицы (144 часов).
6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и возможность дублирования в содержании отсутствует.
7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.
8. Программа дисциплины «Электрические и электронные аппараты» предполагает занятия в интерактивной форме.
9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.
10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, вопросы при защите

лабораторных работ, участие в тестировании, работа над аудиторными заданиями – практические занятия.), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части дисциплин учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, периодическими изданиями – 7 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 12 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Электрические и электронные аппараты» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Электрические и электронные аппараты».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Электрические и электронные аппараты» ОПОП ВО по направлению 13.03.02 *Электроэнергетика и электротехника*, направленность *Электропривод и автоматика* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Кабдиным Н.Е., доцентом, кандидатом технических наук и Селезневой Д.М., доцентом, кандидатом технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Лештаев О.В., доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики имени И.А. Будзко Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидат технических наук



(подпись)

« 20 » июня 2025 г.