

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины и аппараты

Направление подготовки «15.03.04 Автоматизация технологических
процессов и производств»

Направленность Компьютерные системы управления в тепло-, газо- и
электроснабжении

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома

2022

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины и аппараты» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС №730 от 09.08.2021

Разработал: Куликов Андрей Владимирович, доцент кафедры АМТ, к.т.н.

Рецензенты: Изотов Владимир Анатольевич, доцент кафедры АМТ, к.т.н.

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой АМТ:

Староверов Б.А., д.т.н., профессор

Протокол заседания кафедры № 8 от 04.03.2022г.

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой АМТ:

Староверов Б.А., д.т.н., профессор

Протокол заседания кафедры № 6 от 21.04.2023г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

- формирование теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии и электрическим аппаратам, которая позволит успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, изучение стандартов системы ЕСКД.

Задачи дисциплины:

- изучение конструкции и принципа действия основных электромеханических устройств автоматики;
- овладение методиками расчета и выбора основных характеристик и параметров электромеханических аппаратов и устройств;
- ознакомление с основными требованиями эксплуатации электромеханических аппаратов и устройств;
- овладение практическими навыками сборки и наладки типовых схем включения электромеханических систем ;
- приобретение навыков чтения, анализа и оформления электрических схем;
- овладение основными теоретическими методами анализа электрического состояния электромеханических устройств;
- изучение основных рабочих, механических, регулировочных и других характеристик электромеханических преобразователей;
- овладение методиками проверки, обоснования, разработки, реализации и контроля норм, правил и требований по применению электромеханических устройств в системах автоматизации.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

освоить компетенции:

ОПК-5. Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с использованием стандартов, норм и правил

индикаторы компетенций:

ИОПК-5.1 знает: методы построения обратимых чертежей пространственных объектов; методы построения эскизов, чертежей и технических рисунков деталей, разъемных и неразъемных соединений; построение и чтение сборочных чертежей общего вида; правила оформления конструкторской документации в соответствии с ЕСКД;

ИОПК-5.2 применяет методы и средства автоматизации выполнения и оформления проектно-конструкторской документации;

ИОПК-5.3 владеет навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов.

Обучающийся должен:

знать:

- условные графические и буквенно-цифровые обозначения элементов схем электрических принципиальных, виды и типы схем,
- правила проектирования и оформления электрических схем, действующие стандарты;
- типовые схемы включения основных электромеханических устройств и аппаратов в системах управления электропривода.
- методики и порядок выбора элементов схем управления, расчета уставок аппаратов защиты, выбора марки и сечения проводов и кабелей;
- методики выбора электродвигателей по типу и мощности.
- приемы сборки и проверки схем с устройствами электромеханики.
- законы электромеханики, основные законы электротехники и электромагнетизма, принципы

действия, свойства, основные характеристики, области применения устройств и аппаратов электромеханики, теоретические методы анализа электрического состояния, -схемы замещения, векторные диаграммы, опытное определение параметров схем замещения основных устройств электромеханики, вид и порядок определения основных характеристик.

уметь:

- решать инженерные задачи проектирования схем и выбора элементов электрооборудования, электромеханических устройств и аппаратов.
- систематизировать и обобщать информацию, работать с нормативной, справочной литературой и справочно-информационными системами,
- оформлять графическую и текстовую конструкторскую техническую документацию;
- определять на основе паспортных и каталожных данных параметры и характеристики типовых электротехнических аппаратов и устройств;
- монтировать типовые схемы управления и осуществлять их наладку;
- определять из опытных данных основные параметры электрических схем замещения типовых электромеханических устройств, графически представлять основные рабочие, регулировочные, механические характеристики.

владеть:

- методами построения электрических схем, анализа и расчета электрических и магнитных цепей, выбора электромеханических устройств и аппаратов;
- навыками работы с компьютером как инструментом проектирования и выполнения расчетов и оформления технической документации

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к вариативной части учебного плана. Изучается в 4 семестре обучения.

Изучение дисциплины основывается на ранее освоенных дисциплинах: «Математика», «Физика», «Прикладная механика», «Теоретические основы электротехники».

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик: «Электромеханические системы», «Автоматизированный привод», «Теория автоматического управления», «Средства автоматизации и управления».

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма	Очно-заочная	Заочная
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5	—	5
Общая трудоемкость в часах	180	—	180
	72	-	22
Аудиторные занятия в часах, в том числе:			
Лекции	36	—	2
Практические занятия	—	-	12
Лабораторные занятия	36	—	8
Самостоятельная работа в часах	72	—	149
в том числе курсовой проект (работа)	40	—	34
Контроль	36	—	9
Форма промежуточной аттестации	Экзамен	—	Экзамен

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очно-заочная		Заочная час
	Очная форма час		
Лекции	36	—	2
Практические занятия	—	—	12
Лабораторные занятия	36	—	8
Консультации	2	—	—
Зачет/зачеты	—	—	—
Экзамен/экзамены	0,35	—	0,35
Курсовые работы	—	—	-
Курсовые проекты	4,0	—	4
Всего	78,35	—	26,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины Очная форма обучения

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия час			Самостоятельная работа час
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Электрические схемы и правила их выполнения	0,3/12	4		4	4
2	Электрические аппараты	0,3/12	4		6	2
3	Основные законы электромеханики	0,3/12	4		4	4
4	Трансформаторы	0,5/14	6		4	4
5	Асинхронные машины	0,4/18	6		6	6
6	Синхронные машины	0,4/14	4		4	6
7	Машины постоянного тока	0,6/22	8		8	6
8	Курсовой проект	1,1/40				40
	Всего	4/180	36		36	72
	Контроль	1/36				
	ИТОГО	5/180				

Заочная форма обучения

№	Название раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия час			Самостоятельная работа час
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Электрические схемы и правила их выполнения	0,4/13	1		2	10
2	Электрические аппараты	0,4/14		2	2	10
3	Основные законы электромеханики	0,3/11	1			10
4	Трансформаторы	0,8/28		1	2	25
5	Асинхронные машины	0,9/30		3	2	25
6	Синхронные машины	0,3/12		2		10
7	Машины постоянного тока	0,9/31		4	2	25
8	Курсовой проект	0,9/34				34
	Всего	4,75/171	2	12	8	149
	Контроль	0,25/9				
	ИТОГО	5/180				

5.2. Содержание

Раздел 1. Электрические схемы и правила их выполнения

Общие положения Единой системы конструкторской документации. Виды изделий. Состав конструкторских документов. Схемы. Условные графические и буквенноцифровые обозначения элементов. Правила изображения принципиальных электрических схем и обозначение (маркировка) цепей.

Раздел 2. Электрические аппараты

Назначение и устройство электромагнитных механизмов постоянного тока. Электрические контакты. Особенности работы электромагнитных устройств переменного тока. Способы и устройства гашения электрической дуги. Электромагнитные реле. Электротепловые реле. Герконовые реле. Неавтоматические выключатели. Автоматические выключатели. Плавкие предохранители. Выбор сечения проводов.

Раздел 3. Основные законы электромеханики

Основные определения и классификация электрических машин. Принцип действия электрической машины и трансформатора. Материалы, применяемые для трансформаторов и электрических машин. Расчет магнитных цепей

Раздел 4. Трансформаторы

Принцип действия и виды трансформаторов. Электрические соотношения в идеальном трансформаторе. Магнитопроводы трансформаторов. Расчет магнитной цепи трансформатора. Уравнения напряжения трансформатора. Схема замещения двухобмоточного трансформатора без учета магнитных потерь. Схема замещения двухобмоточного трансформатора с учетом магнитных потерь. Опытное определение параметров схемы замещения трансформатора. Работа трансформатора под нагрузкой. Внешняя характеристика трансформатора. Масляный трансформатор. Энергетические диаграммы трансформатора. Коэффициент полезного действия трансформатора. Трансформирование трехфазного тока.

Раздел 5. Асинхронные машины

Устройство асинхронного двигателя. Принцип действия асинхронного двигателя. Уравнения напряжения асинхронного двигателя, приведение обмотки ротора к обмотке статора. Т-образная схема замещения асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма

асинхронного двигателя. Г-образная схема замещения. Электромагнитный момент. Пуск асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения. Электрическое торможение асинхронного двигателя. Однофазный асинхронный двигатель.

Раздел 6. Синхронные машины

Общие сведения о синхронных машинах. Устройство синхронной машины. Принцип действия синхронного генератора. Принцип действия двигателя. Схема замещения и векторная диаграмма фазы синхронного генератора. Характеристики синхронного генератора. Пуск в ход синхронного двигателя. Схема замещения и векторная диаграмма фазы синхронного двигателя. Характеристики синхронного двигателя. Синхронные двигатели малой мощности. Шаговые двигатели

Раздел 7. Машины постоянного тока

Устройство электрической машины постоянного тока. Режимы работы машины постоянного тока. Способы включения МПТ. Обмотки якоря МПТ. Электродвижущая сила и электромагнитный момент машин постоянного тока. Реакция якоря в машинах постоянного тока. Генератор с независимым возбуждением. Генератор с параллельным возбуждением. Генераторы с последовательным и смешанным возбуждением. Общие свойства и характеристики двигателей постоянного тока. Двигатель с независимым возбуждением.

**6. Методические материалы для обучающихся по освоению
дисциплины**

**6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)
Заочная форма обучения**

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Электрические схемы и правила их выполнения	Самостоятельное изучение темы. Подготовка к лабораторной работе Оформление отчета по лабораторной работе	10	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные	Защита лабораторных работы Защита курсового проекта

				данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план. Изучение стандартов системы ЕСКД	
2	Электрические аппараты	Самостоятельное изучение темы Подготовка к лабораторной работе Оформление отчета по лабораторной работе	10	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план. Изучение стандартов системы ЕСКД	Защита лабораторных работ Защита курсового проекта Выполнение контрольной работы
3	Основные законы электромеханики	Самостоятельное изучение темы Выполнение контрольной работы № 1	10	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план. Кратко сформулируйте основные положения текста.	Защита лабораторных работ Защита курсового проекта Выполнение контрольной работы
4	Трансформаторы	Самостоятельное изучение темы Подготовка к лабораторной работе Оформление отчетов по лабораторным работам Выполнение контрольной работы №1 Оформление отчета по лабораторной работе	25	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план.	Защита лабораторных работ Защита курсового проекта Выполнение контрольной работы
5	Асинхронные машины	Самостоятельное изучение темы Подготовка к лабораторной работе Выполнение контрольной работы №2	25	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта.	Защита лабораторных работ Защита курсового проекта Выполнение контрольной работы

				Выделите главное, составьте план. Кратко сформулируйте основные положения текста.	
6	Синхронные машины	Изучение лекционного материала. Самостоятельное изучение темы Подготовка к лабораторной работе	10	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план. Кратко сформулируйте основные положения текста.	Выполнение контрольной работы
7	Машины постоянного тока	Изучение лекционного материала. Самостоятельное изучение темы Подготовка к лабораторной работе	25	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план. Кратко сформулируйте основные положения текста.	Защита лабораторных работы
8	Курсовой проект	Выполнение курсового проекта	34	Выполнить курсовой проект в соответствии с методическими указаниями [18]	Защита курсового проекта
	ИТОГО		149		

6.2. Тематика и задания для практических занятий (при наличии)

6.3. Тематика и задания для лабораторных занятий

Лабораторная работа 1. Исследование электрических контактных аппаратов ручного управления.

Лабораторная работа 2. Исследование электромагнитного реле и схем управления.

Лабораторная работа 3. Исследование реле времени и схем управления.

Лабораторная работа 4. Исследование нереверсивного магнитного пускателя и схем управления.

Лабораторная работа 5. Исследование реверсивного магнитного пускателя и схем управления.

Лабораторная работа 6. Разработка релейно-контакторной схемы управления электроприводом.

Лабораторная работа 7. Исследование однофазного трансформатора.

Лабораторная работа 8. Исследование трехфазного асинхронного электродвигателя.

Лабораторная работа 9. Исследование однофазного асинхронного двигателя.

Лабораторная работа 10. Исследование синхронного реактивного двигателя.

Лабораторная работа 11. Исследование генератора постоянного тока.

Лабораторная работа 12. Исследование электродвигателя постоянного тока.

Лабораторная работа 13. Исследование универсального коллекторного двигателя.

6.4. Методические рекомендации для выполнения курсовых работ (проектов)

Курсовой проект по электрическим машинам и аппаратам - это самостоятельная учебная работа, выполняемая в течение семестра студентами по решению прикладных задач. Курсовой проект готовит к будущей профессиональной деятельности, дает навыки для решения стандартных задач профессиональной деятельности на основе проектирования системы управления электропривода, использования САД систем, оформления электрических схем в системе стандартов ЕСКД.

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части. Он позволяет закрепить теоретические и практические знания студентов, формировать у них умение применять знания при решении прикладных задач, подготавливает к выполнению дипломного проекта и к самостоятельной работе по избранной специальности, способствует развитию творческих способностей.

Курсовые проекты по электромеханике по содержательной части подразделяются на:

- практико-ориентированный проект, который нацелен на решение задач, связанных с дальнейшей производственной деятельностью;
- исследовательский проект, включающий научное исследование.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная:

1. Встовский, А. Л. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-7638-2518-3. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492153>
2. Ванурин, В. Н. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. / В.Н. Ванурин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 304 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/72974>.
3. Епифанов, А. П. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Г.А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/95139>
4. Рекус, Г.Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями : учебное пособие / Г.Г. Рекус. - Москва : Директ-Медиа, 2014. - 344 с. - ISBN 978-5-4458-5752-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233698>

б) дополнительная

5. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов.—Санкт- Петербург : Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/96241>

6. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Игнатович В.М., Ройз Ш.С. - Томск : Изд-во Томского политех. университета, 2013. - 182 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=673035>
 7. Аполлонский, С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/203>
 8. Ванурин, В. Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Н. Ванурин.— Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 224 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/89930>
 9. Глазков, А. В. Электрические машины. Лабораторные работы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. В. Глазков. — М. : РИОР : ИНФРА-М, 2018. — 96 с. —(Среднее профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=945133>
 10. Битюцкий, И. Б. Электрические машины. Двигатель постоянного тока. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.Б. Битюцкий, И.В. Музылева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 168 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99215>.
 11. Поляков, А. Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Е. Поляков, А. В. Чесноков, Е. М. Филимонова. - М.: Форум, ИНФРА-М, 2015. - 224 с. - (ВО: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-071-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506589>
 12. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - М.; СПб. : Питер, 2008. - 320 с.: ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-46901380-8.
 13. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - М.; СПб. : Питер, 2008. - 350 с.: ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 978-5-469-01381-5.
 14. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для вузов / И. П. Копылов. - 5-е изд., стер. - Москва : Высш. шк., 2006. - 607 с. - ISBN 5-06-003841-6
 15. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 325 с.
- в) методические указания*
16. Плаксин Е.Б., Плаксин А.Е. Электромеханика. Методические указания к лабор. работам. Кострома: КГТУ, 2009.
 17. Плаксин Е.Б., Приваленков Ю.П., Сорокин Н.К. Электрооборудование, электроснабжение, электрические сети. Метод. указания к курс. проектированию - Кострома: КГТУ, 2006
 18. Плаксин Е.Б., Электрооборудование. Справочные и методические материалы: Кострома: КГТУ, 2008
- д) периодические издания (журналы)*
19. Электропривод и автоматизация промышленных установок, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>
 20. Релейная защита и автоматизация, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>
 21. Автоматизация и современные технологии, режим доступа: <http://ksu.edu.ru/nauchnaya-biblioteka/zhurnaly-mars.html>

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

Информационно-образовательные ресурсы:

1. *Федеральный портал «Российское образование»;*
2. *Официальный сайт министерства образования и науки Российской Федерации*

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znanium»

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

Лекционная аудитория должна быть оснащена презентационным оборудованием (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран).

ПО: MS Office Std, Windows, Kaspersky Endpoint Security.

Лаборатории электромеханики (Б-217, Б-218, Б-204)

Стенды лабораторные для изучения электрических аппаратов.

Стенды лабораторные универсальные.

Стенды лабораторные для испытаний электрических микромашин.