

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# **Электрические машины и аппараты**

Направление подготовки: 27.03.04 Управление в технических системах

Направленность: Информационное и техническое обеспечение цифровых систем управления

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома  
2021

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины и аппараты» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом ФГОС № 871 от 31.07.2020

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

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

**ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:**

Заведующий кафедрой профессор,  
доктор технических наук Староверов Борис Александрович  
Протокол заседания кафедры № 9\_ от 12.05.2021 г.

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры АМТ  
Протокол заседания кафедры № 9\_\_ от 09.06.2022\_ г.  
Заведующий кафедрой Автоматики и микропроцессорной техники  
Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

**ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:**

На заседании кафедры АМТ  
Протокол заседания кафедры № 6\_\_ от 21.04.2023\_ г.  
Заведующий кафедрой Автоматики и микропроцессорной техники  
Староверов Борис Александрович, д.т.н., профессор

## **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;
- 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-7: Способен производить необходимые расчёты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления.

Индикаторы освоённости компетенций:

ИОПК-7.1. Знает виды и принцип работы электрических машин и аппаратов и использует необходимую информацию при проектировании систем автоматизации и управления.

ИОПК-7.2. Умеет выбирать и применять стандартные электрические аппараты при проектировании систем автоматизации и управления.

ИОПК-7.3. Владеет навыками расчета блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления.

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 с применением редакторов Компас-3D и AutoCAD;
- 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 обязательной части учебного плана. Изучается в 4 семестре обучения.

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

Изучение дисциплины является основой для освоения последующих дисциплин/практик: «Автоматизированный электро-, гидро- и пневмопривод», «Теория автоматического управления», «Средства автоматизации и управления», «Электроснабжение промышленных предприятий».

### **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
Общая трудоемкость в зачетных единицах	5
Общая трудоемкость в часах	180
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	50
Лекции	16
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	34
Практическая подготовка	
Самостоятельная работа в часах	91,65
Форма промежуточной аттестации	Экзамен,КП

### 4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма час
Лекции	16
Практические занятия	–
Лабораторные занятия	34
Консультации	2
Зачет/зачеты	–
Экзамен/экзамены	0,35
Курсовые работы	
Курсовые проекты	
Всего	52,35

## 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 час	Аудиторные занятия час			Самостоятельная работа час
			Лекц.	Практ.	Лаб.	
1	Электрические схемы и правила их выполнения	18	3	-	5	10
2	Электрические аппараты	28	3	-	5	20
3	Основные законы электромеханики	16	2	-	4	10

4	Трансформаторы	22	2	-	5	15
5	Асинхронные машины	22	2	-	5	15
6	Синхронные машины	17	2	-	5	10
7	Машины постоянного тока	19	2	-	5	11,65
	Всего	144	16	-	34	91,65
	Контроль	36				
	ИТОГО	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 буквенно-цифровые 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)

#### Очная форма обучения

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1	Электрические схемы и правила их выполнения	Изучение лекционного материала. 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 работы
2	<b>Электрические аппараты</b>	Изучение лекционного материала. Оформление отчетов по лабораторным работам	20	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 работы
3	Основные законы электромеханики	Изучение лекционного материала. Решение задач на тему “Расчет магнитных цепей”	10	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины.	Контроль выполненных домашних заданий

				Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план.	
4	Трансформаторы	Изучение лекционного материала. Подготовка лабораторной работы. Оформление отчетов по лабораторным работам	15	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план.	Контроль выполненных домашних заданий Защита лабораторных работ
5	Асинхронные машины	Изучение лекционного материала. Оформление отчета по лабораторной работе	15	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план.	Контроль выполненных домашних заданий Защита лабораторных работ
6	Синхронные машины	Изучение лекционного материала. 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. Кратко сформулируйте основные положения текста.	Контроль выполненных домашних заданий Защита лабораторных работ
7	Машины постоянного тока	Изучение лекционного материала. Оформление отчета по лабораторной работе	11,65	Изучение лекционного материала: Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные термины. Вынесите справочные данные на поля конспекта. Выделите главное, составьте план.	Контроль выполненных домашних заданий Защита лабораторных работ



	<b>ИТОГО</b>		<b>91,65</b>	
--	--------------	--	--------------	--

## **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 неперевёрнутого 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.

## **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://e.lanbook.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://e.lanbook.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://e.lanbook.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 978-5-469-01380-8.
  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, Компас-3D, AutoCAD.

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

Стенды лабораторные для изучения электрических аппаратов.

Стенды лабораторные универсальные.

Стенды лабораторные для испытаний электрических микромашин.