

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.02.0 «СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ»**

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям)

Профиль программы «Электроэнергетика (по элективным модулям*)»

Автор(ы): ст. преп. А.А. Емельянов
ст. преп. В.В. Бесклеткин

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «25» января
2022 г. №6.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-
методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «26» января 2022 г. №6.

Екатеринбург
2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Системы управления электроприводов»: формирование у студентов представлений о теоретических и прикладных аспектах электромеханических устройств.

Задачи:

- приобретение студентами знаний об устройстве в области применения электрического привода и умений выполнять его расчеты и анализ;
- приобретение студентами знаний о моделях и способах моделирования электрического привода;
- формирование у студентов практических умений по моделированию электрического привода и его анализу;
- формирование у будущих бакалавров готовности к использованию информационных и коммуникационных технологий при расчете, построении и анализе систем управления электроприводов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Системы управления электроприводов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана.

Для изучения учебной дисциплины необходимы знания, умения и владения, формируемые следующими дисциплинами:

1. Электрические машины.
2. Электрический привод.

Перечень учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и владения, формируемые данной учебной дисциплиной:

1. Научно-исследовательская работа.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПКО-4 Способен использовать педагогически обоснованные формы, методы и средства контроля в процессе промежуточной и итоговой аттестации;
- ПКО-8 Способен выполнять деятельность и (или) демонстрировать элементы осваиваемой обучающимися деятельности, предусмотренной программой учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики;
- ПКС-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов профессиональной деятельности.



В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Основных электротехнических законов, их практическое приложение; методов анализа электрических и магнитных цепей, в том числе с использованием информационных технологий;

32. Принципов действия, устройства, свойств, областей применения и потенциальных возможностей электромеханических устройств в электрических приводах;

33. Электротехнической терминологии и символики, основ моделирования и программирования в робототехнике, наладки различных систем (например, частотный преобразователь – асинхронный двигатель);

34. Сборки, наладки, экспериментального исследования различных электромеханических систем, связанных с шаговыми, асинхронными (линейными), синхронными двигателями.

Уметь:

У1. Экспериментально определять параметры и характеристики электроприводов с различными электрическими двигателями;

У2. Производить анализ и объяснение характеристик экспериментов, производимых в электроприводах с различными двигателями;

У3. Моделировать простейшие системы электроприводов с различными двигателями.

Владеть:

В1. Технологией сборки различных робототехнических устройств на платформах arduino, pic, raspberrу, включая их программирование на языке высокого уровня с++;

В2. Методами моделирования систем электроприводов с различными двигателями.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 час.), семестр изучения – 7, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
	очная
	Семестр изучения
	7 сем.
	Кол-во часов



Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	144
Контактная работа, в том числе:	42
Лекции	20
Лабораторные работы	22
Самостоятельная работа студента	102
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	7 сем.

**Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Общая характеристика систем управления электроприводов	7	18	2	-	2	14
2. Релейно-контакторные системы управления двигателями	7	24	4	-	4	16
3. Дискретные логические системы управления движением электроприводов	7	18	2	-	2	14
4. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	7	22	4	-	4	14
5. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока	7	18	2	-	2	14
6. Системы управления положением электроприводов	7	24	4	-	4	16
7. Цифровые системы управления скоростью и положением электропривода	7	20	2	-	4	14

**Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*



4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин

Раздел 1. Общая характеристика систем управления электроприводов

Система управления электроприводов в автоматизации технологических процессов. Классификация систем управления электроприводов. Показатели качества управления электроприводов.

Понятие о релейно-контакторных системах управления (РКСУ) и их функциональном составе. Электрические схемы и способы анализа РКСУ. Принципы управления и типовые узлы в РКСУ. Примеры выполнения РКСУ.

Общая характеристика и метод синтеза дискретных логических систем управления движением электроприводов (ДЛСУ). Математическое описание ДЛСУ. Синтез ДЛСУ методом циклограмм. Примеры синтеза узлов ДЛСУ. Построение ДЛСУ на основе цифровых узлов: логические системы управления на основе программируемой логической матрицы, аппаратного контроллера, программируемого логического контроллера. Логические системы управления на основе фаззи-логики. Структура, алгоритм и примеры фаззи-управления в электроприводах.

Системы модального управления. Общая характеристика модального управления. Синтез модального регулятора электропривода. Наблюдающие устройства в системах управления. Пример построения системы модального управления с наблюдателями для электропривода постоянного тока. Узлы токоограничения в системах управления скоростью электропривода. Системы управления с подчиненным регулированием координат. Принципы оптимизации в системе подчиненного регулирования. Синтез регуляторов тока и скорости в электроприводе постоянного тока. Система двухзонного регулирования скорости электропривода. Адаптивное управление в электроприводах.

Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя. Вентильный двигатель. Система управления электропривода с вентильным двигателем, с двухфазным вентильным двигателем. Системы управления скоростью асинхронного электропривода. Асинхронный электропривод с регулированием напряжения на статоре. Системы скалярного и векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления. Точностные показатели следящих электроприводов. Примеры непрерывных систем управления следящего электропривода постоянного тока.

Понятие цифровых СУЭП. Расчетные модели ЦСУ с учетом дискретности по уровню. Дискретные передаточные функции и структурные схемы контура регулирования электропривода. Методика синтеза цифрового контура. Оптимизация цифрового контура тока электропривода с транзисторным коммутатором. Оптимизация цифрового контура скорости. Цифровые узлы в системах управления электропривода.

Раздел 2. Релейно-контакторные системы управления двигателями



Понятие о релейно-контакторных системах управления (РКСУ) и их функциональном составе. Электрические схемы и способы анализа РКСУ. Принципы управления и типовые узлы в РКСУ. Примеры выполнения РКСУ.

Раздел 3. Дискретные логические системы управления движением электроприводов

Общая характеристика и метод синтеза дискретных логических систем управления движением электроприводов (ДЛСУ). Математическое описание ДЛСУ. Синтез ДЛСУ методом циклограмм. Примеры синтеза узлов ДЛСУ. Построение ДЛСУ на основе цифровых узлов: логические системы управления на основе программируемой логической матрицы, аппаратного контроллера, программируемого логического контроллера. Логические системы управления на основе фаззи-логики. Структура, алгоритм и примеры фаззи-управления в электроприводах.

Раздел 4. Системы управления скоростью электроприводов постоянного тока

Системы модального управления. Общая характеристика модального управления. Синтез модального регулятора электропривода. Наблюдающие устройства в системах управления. Пример построения системы модального управления с наблюдателями для электропривода постоянного тока. Узлы токоограничения в системах управления скоростью электропривода. Системы управления с подчиненным регулированием координат. Принципы оптимизации в системе подчиненного регулирования. Синтез регуляторов тока и скорости в электроприводе постоянного тока. Система двухзонного регулирования скорости электропривода. Адаптивное управление в электроприводах.

Раздел 5. Системы управления скоростью электроприводов переменного тока

Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя. Вентильный двигатель. Система управления электропривода с вентильным двигателем, с двухфазным вентильным двигателем. Системы управления скоростью асинхронного электропривода. Асинхронный электропривод с регулированием напряжения на статоре. Системы скалярного и векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода.

Раздел 6. Системы управления положением электроприводов

Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления. Точностные показатели следящих электроприводов. Примеры непрерывных систем управления следящего электропривода постоянного тока.

Раздел 7. Цифровые системы управления скоростью и положением электропривода



Понятие цифровых СУЭП. Расчетные модели ЦСУ с учетом дискретности по уровню. Дискретные передаточные функции и структурные схемы контура регулирования электропривода. Методика синтеза цифрового контура. Оптимизация цифрового контура тока электропривода с транзисторным коммутатором. Оптимизация цифрового контура скорости. Цифровые узлы в системах управления электропривода.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:

1. Традиционные образовательные технологии, которые ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

2. Для поддержки самостоятельной работы обучающихся использованы информационно-коммуникационные образовательные технологии, в частности, облачные технологии, электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС), электронные средства обучения и электронно-библиотечные системы. При этом результативность организации самостоятельной работы обучающихся существенно повышается за счет доступности материалов, упорядоченности работ и возможности получения консультации преподавателя.

3. Технология «тренинг диагностического мышления» направлена на развитие и формирование у будущих специалистов системы общих и специфических умений которые способствуют решению профессиональных задач проблемного типа. Структурирование диагностической информации разворачивается посредством трёх основных способов логического рассуждения: дедукции, индукции и трансдукции. Технологию применяется для проведения практических и семинарских занятий.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;



- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1 Основная литература

1. Симаков Г. М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях : учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 103 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45354>.

2. Фролов, Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75524>. — Загл. с экрана.

3. Кувшинов А. А., Греков Э. Л. Теория электропривода. Часть 3. Переходные процессы в электроприводе : учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. - 114 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71338>.

4. Васильев Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода : учебник. - Москва : Солон-пресс, 2015. - 272 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868>.

5. Иванов И. И. Электротехника и основы электроники: учебник / Иванов И. И., Соловьев Г. И., Фролов В. Я. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 736 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/112073>.

6.2 Дополнительная литература

1. Путинцев Н. Н., Бородин А. М., Сысенко В. Т. Автоматизированный электропривод : учебно-методическое пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. - 80 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45355>.

2. Епифанов, А.П. Электропривод [Электронный ресурс] : учеб. / А.П. Епифанов, Л.М. Малайчук, А.Г. Гущинский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3812>. — Загл. с экрана.

3. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5845>. — Загл. с экрана.



4. Крылов, Ю.А. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Крылов, А.С. Карандаев, В.Н. Медведев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10251>. — Загл. с экрана.

5. Панкратов В. В. Автоматическое управление электроприводами. Часть I. Регулирование координат электроприводов постоянного тока : учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 200 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45357>.

6. Симаков Г. М., Панкрац Ю. В. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе : учебное пособие. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2013. - 211 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45455>.

6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы:

1. Научная электронная библиотека. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотека . Режим доступа: <http://stratum.pstu.ac.ru>
3. Публичная электронная библиотека. Режим доступа: <http://www.plib.ru/>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».
2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Лаборатория частотно-регулируемого электропривода.
4. Помещения для самостоятельной работы.



