

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.10.01 Системы управления электроприводами  
наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)

13.03.02.32 Электротехника

Форма обучения

очная

Год набора

2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

к.т.н., доц., Бражников А.В.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Системы управления электроприводов» является формирование у студентов аналитического и творческого мышления, изучение студентами систем управления электроприводов, принципов их построения, методов их синтеза, анализа и реализации систем управления электроприводов постоянного и переменного тока, осуществляющих требуемые законы изменения координат электроприводов с применением средств аналоговой и цифровой техники для подготовки выпускников к профессиональной деятельности

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Задачами изучения дисциплины является изучение теоретических основ систем управления электроприводов, их проектирования, расчета и выбора, применения правильной эксплуатации.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- Системы управления электроприводов - как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электромеханических систем и технологических комплексов;
- достижения науки и техники, передовой и зарубежный опыт в современных системах управления электроприводов;
- методы проведения технических расчетов систем управления электроприводов и их определение экономической эффективности исследований и разработок;
- правила экологической безопасности и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты при конструировании и эксплуатации систем управления электроприводов.

уметь:

- выполнять организационно-управленческие функции при разработке и эксплуатации систем управления электроприводов;
- применять, эксплуатировать и производить выбор электрооборудования систем управления электроприводов;
- формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой.

владеть:

- методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных системах управления электроприводов;
- методиками выполнения расчетов различных систем управления электроприводов;
- навыками исследовательской работы;

- методами анализа режимов работы систем управления электроприводов;
- навыками проведения монтажно-наладочных работ и стандартных испытаний систем управления электроприводов.

### **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-1: Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности</b>	
ПК-1.1: Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	структуру, состав и свойства объектов профессиональной деятельности, модели представления проектных решений. анализировать и применять собранные данные для проектирования и составления конкурентно-способных вариантов технических решений. методами и средствами представления данных и знаний об объектах профессиональной деятельности, методами и средствами анализа проект-ных решений.

### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>3,03 (109)</b>		
занятия лекционного типа	1,61 (58)		
практические занятия	0,61 (22)		
лабораторные работы	0,81 (29)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,97 (107)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Да		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. №1: «Логические системы управления электроприводов»</b>									
	1. Тема 1. (0,06/2) Понятие о системах управления электроприводов (СУЭП). Задачи, решаемые автоматизированным электроприводом. Классификация систем управления электроприводов. Обзор развития СУЭП, их современное состояние и перспективы развития. Связь настоящей дисциплины с другими дисциплинами специальности. Показатели качества управления электроприводов. Электрические схемы автоматизированных электроприводов и графические обозначения их отдельных элементов.	4							

<p>2. . Тема 2. (/12) Краткая характеристика релейно-контакторных систем управления (РКСУ). Принципы использования релейно-контакторной аппаратуры для управления пуском, реверсом и торможением электродвигателей. Расчет резисторов в силовой цепи и уставок реле при переключении резисторов. Электрические схемы и способы анализа РКСУ. Нереверсивные и реверсивные схемы прямого пуска двигателей постоянного тока (ДПТ) и асинхронных двигателей (АДК). Типовые релейно-контакторные схемы пуска ДПТ и АДФ в три ступени и динамического торможения в функции скорости. Типовые релейно-контакторные схемы пуска ДПТ и АДФ в три ступени и динамического торможения в функции времени (1-й вариант – выдержка времени задается при включении реле времени; 2-й вариант – выдержка времени задается при отключении реле времени). Типовые релейно-контакторные реверсивные схемы пуска ДПТ и АДФ в две ступени. Типовая релейно-контакторная схема пуска ДПТ последовательного возбуждения в две ступени в функции тока якоря. Защиты в электроприводе. Типовые узлы схем управления пуском синхронного двигателя (СД).</p>	4							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

3. Тема 3. (0,111/4) Дискретные логические системы управления (ДЛСУ) электроприводов и их синтез методом типовых узлов. Математическое описание ДЛСУ. Синтез ДЛСУ методом циклограмм. Построение ДЛСУ на основе простых логических элементов, микросхем и типовых цифровых узлов. Управление с помощью аппаратных контроллеров и программируемых логических контроллеров.	4							
4. Тема 4. (0,111/4) Логические системы управления на основе фаззи-логики. Понятие фаззи-логики и ее отличие от классической. Структура и алгоритм фаззи-управления. Проектирование фаззи-регуляторов для систем управления электроприводов.	4							
5. Знакомство с вопросами техники безопасности при работе в лаборатории					2			
6. №1. Сборка и наладка релейно-					4			
7. Изучение теоретического курса							40	
<b>2. №3: «Системы управления регулируемых электроприводов переменного тока»</b>								
1. Тема 15. (0,028/1) Способы регулирования скорости асинхронных двигателей (АД). Параметры асинхронных двигателей. Т и Г-образные схемы замещения асинхронных двигателей и их механические характеристики.	1							



<p>2. Тема 16. (0,06/2) Электропривод по системе вентильный преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ВПЧ–АД). Разомкнутые и замкнутые системы скалярного частотного управления асинхронного электропривода. Замкнутые скалярные системы частотно-токового управления АД.</p>	2							
<p>3. Тема 17. (0,06/2) Системы векторного управления частотного асинхронного электропривода. Понятия векторного управления [1, 3]. Структурная схема асинхронного двигателя при управлении по вектору потокосцепления ротора. Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора асинхронного двигателя. Системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.</p>	4							
<p>4. Тема 18. (0,06/2) Системы управления скоростью асинхронного электропривода регулированием напряжения на статоре. Система управления электроприводом с машиной двойного питания [3].</p>	2							
<p>5. Тема19. (0,06/2) Асинхронные каскадные схемы. Схемы управления машинно-вентильного механического и электрического каскадов. Схема управления асинхронно-вентильного каскада (АВК). Автоматическое регулирование каскадных электроприводов.</p>	2							

6. Тема20 (0,06/2) Структурные схемы электропривода с синхронным двигателем без демпферной обмотки и с демпферной обмоткой во вращающейся системе координат [2]. Система управления синхронным электроприводом с частотно-токовым регулированием момента [3]. Системы управления синхронным электроприводом с регулированием продольной и поперечной составляющих тока статора [3]. Системы управления электропривода с вентильным двигателем [1].	2							
7. №4. Управление в системе тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока.					5			
8. Реализация релейно-контакторных схем управления на программируемых контроллерах.			2					
9. Замкнутые системы управления электроприводов. Изменение статизма системы электропривода введением обратных связей.			2					
10. Практическое применение методики расчета систем подчиненного регулирования. .			2					
11. Изучение теоретического курса							14	
12. Изучение теоретического курса							9	
13. Курсовое проектирование							10	
<b>3. №2:«Системы управления регулируемых электроприводов постоянного тока»</b>								
1. Тема 5. (0,028/1) Разомкнутые электроприводы по системе тиристорный преобразователь- двигатель постоянного тока (ТП-Д): схемы управления электроприводом, особенности работы электропривода в системе ТП-Д, структурные схемы электроприводов.	2							

2. Тема 6. (0,028/1) Электроприводы постоянного тока с широтно-импульсным регулированием.	2							
3. Тема 7. (0,028/1) Способы построения замкнутых систем электроприводов. Качество регулирования переменных в этих системах в статических и динамических режимах.	3							
4. Тема 8. (0,028/1) Общая функциональная схема системы управления скоростью электропривода с общим суммирующим усилителем. Расчет системы управления с обратной связью по скорости двигателя. Расчет системы управления с обратной связью по напряжению двигателя. Расчет системы управления с обратной связью по току двигателя.	1							
5. Тема 9. (0,06/2) Методы расчета систем управления электроприводом с общим суммирующим усилителем и комбинированными обратными связями. Расчет системы управления электроприводом с обратной отрицательной связью по ЭДС двигателя.	2							
6. Тема 10. ( 0,06/2) Ограничение тока и момента в системах электропривода с общим суммирующим усилителем. Применение задержанных обратных отрицательных связей по току. Упреждающее токоограничение. Расчет электромеханических характеристик электропривода с обратной отрицательной связью по скорости двигателя и задержанной обратной отрицательной связью по току. Системы управления электроприводом с обратными отрицательными связями по току и скорости двигателя и отсечками по этим переменным.	2							

7. Тема 12. (0,111/4) Принцип построения систем подчиненного регулирования (СПР) с последовательной коррекцией. Критерии оптимальности систем автоматического регулирования (САР). Определение передаточных функций регуляторов при настройке контуров на модульный и симметричный оптимумы.	2							
8. Тема 13. (0,111/4) Синтез системы подчиненного регулирования тока и скорости. Расчет контура тока. Максимальное быстродействие контура тока. Влияние внутренней обратной отрицательной связи по ЭДС двигателя. Расчет контура скорости. Ограничение тока двигателя в СПР. Работа двухконтурной системы подчиненного регулирования скорости электропривода постоянного тока.	2							
9. Тема 14. (0,111/4) Настройка САР на симметричный оптимум. Передаточная функция СПР по возмущающему воздействию. Механические характеристики в двухконтурных системах подчиненного регулирования. Система управления электроприводом постоянного тока «источник тока - двигатель» [3]. Система двухзонного регулирования скорости электропривода. Адаптивное управление в электроприводах.	2							
10. №2. Сборка и наладка релейно-контакторной схемы реверсивного пуска ДПТ с НВ в функции времени.					7			
11. №3. Сборка и наладка релейно-контакторной схемы управления пуском асинхронного двигателя с фазным ротором и остановки двигателя в режиме динамического торможения.					5			

12. Чтение и разработка схем релейно-контакторного управления электроприводов.			4					
13. Контактные и бесконтактные схемы управления двигателями, реализованными на типовых блочных устройствах.			2					
14. Реализация релейно-контакторных схем управления на программируемых контроллерах.			2					
15. Изучение теоретического курса							9	
<b>4. №4: «Системы управления следящих и цифровых электроприводов»</b>								
1. Тема 21. ( 0,14/5) Общая характеристика позиционных и следящих электроприводов и их систем управления. Система подчиненного регулирования следящего электропривода. Отработка больших и малых перемещений электроприводом. Точностные показатели следящих электроприводов.	5							
2. Тема 22. (0,083/3) Понятие цифровых систем управления электроприводов. Дискретные передаточные функции и структурные схемы контура регулирования электропривода. Методика синтеза цифрового контура. Оптимизация цифрового контура тока электропривода с тиристорным преобразователем. Оптимизация цифрового контура скорости. Оптимизация цифрового контура положения [1].	3							
3.								

4. Тема 23. (0,083/3) Программные средства автоматизированных электроприводов. Библиотека программ стандартных функций управления. Программируемые логические контроллеры и промышленные компьютеры. Программные средства промышленных компьютеров, контроллеров, терминалов и интеллектуальных модулей [4].	3							
5. №5. Управление в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель.					6			
6. Структурные схемы частотного управления АД.			2					
7. Структурные схемы частотно-токового управления АД.			2					
8. Векторное управление АД.			2					
9. Цифровые системы управления скоростью и положением электропривода.			2					
10. Изучение теоретического курса							10	
11. Курсовое проектирование							15	
Всего	58		22		29		107	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Фролов Ю. М., Шелякин В. П. Проектирование электропривода промышленных механизмов: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия"(Санкт-Петербург: Лань).
2. Терехов В. М., Осипов О. И., Терехов В. М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов по специальности 140604 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления подготовки дипломированных специалистов 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии"(Москва: Академия).
3. Мурашкин С. И., Суханов В. В. Системы управления электроприводов. Релейно-контакторные системы управления электроприводов: метод. указ. по лаб. работам(Красноярск: ИПЦ КГТУ).
4. Мурашкин С.И. Системы управления электроприводов: учеб. пособие (Красноярск: Сиб. федер. ун-т).
5. Мурашкин С. И., Майнагашев Р. А. Системы управления электроприводов: учеб.-метод. пособие для лаб. работ для спец. 140000 "Электроэнергетика, энергетическое машиностроение и электротехника", 140604.65 "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов"(Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

- 1.
2. Программа MATLAB / Simulink

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

- 1.
2. Интернет - ресурсы:
3. - <http://www.biblioclub.ru/> Университетская библиотека online;
4. - <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLibrary.ru;
5. - <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
6. - <http://www.nelbook.ru> Электронная библиотека Издательского дома Московского энергетического института «НЭЛБУК»;
7. - <http://www.polpred.com>

## **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Компьютерный класс, оснащенный интерактивной доской и и возможностью выхода в Интернет.