

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет  
имени Гагарина Ю.А.»  
Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

### **Б.1.1.18 «Автоматизированный электрический привод»**

направления подготовки

*13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»*

профиль «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 3

всего часов – 180,

в том числе:

лекции – 36

коллоквиумы – нет

практические занятия – 18

лабораторные занятия – 36

самостоятельная работа – 90

зачет – нет

экзамен – 7 семестр

РГР – нет

курсовая работа – 7 семестр

курсовой проект – нет

## **1. Цели и задачи дисциплины**

Цель преподавания дисциплины: Основной целью дисциплины является формирование у студентов необходимых знаний и умений по автоматизированному электрическому приводу, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода.

2. Научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, обоснованию способов регулирования и методов их реализации.

3. Научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО**

Перечень дисциплин, усвоение которых студентами необходимо для усвоения данной дисциплины: физика; теоретические основы электротехники; электрические машины.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ОПК-2, ПК-1,2,3,4,8,9.

Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в схемных решениях, математических моделях, свойствах и характеристиках электроприводов постоянного и переменного тока.

Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам проводить типовые расчеты основных параметров и характеристик электрических приводов, проводить испытания и эксплуатацию электроприводов.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

- получить общее представление о назначении и видах современных электрических приводов, знать простейшее математическое описание их элементов, схемы включения, основные параметры, характеристики и свойства, способы регулирования скорости электропривода;

- уметь использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов;

- приобрести первоначальные навыки проведения лабораторных испытаний электрических приводов;

- быть в состоянии использовать полученные знания, умения и навыки в своей профессиональной деятельности при решении практических задач при использовании электрических приводов.

#### 4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы				
				Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	СРС
1	1 - 2	1	Механика электропривода	34	4	8	2	20
2	3 - 5	2	Характеристики двигателей постоянного тока.	38	6	8	4	20
	6 - 9	3	Характеристики двигателей переменного тока	40	8	8	4	20
3	10 - 13	4	Регулирование скорости ДПТ.	35	10	6	4	15
	14 - 18	5	Регулирование скорости двигателей переменного тока.	33	8	6	4	15
Всего				180	36	36	18	90

#### 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	4	1	Понятие электропривода как электромеханической системы. Классификация электропривода.	1, 2, 3, 5, 9.
		2	Механика электропривода. Основное уравнение электропривода. Понятие приведённого момента инерции. Режимы работы электропривода. Стационарный и переходной режим. Скоростная и механическая характеристика электропривода. Жёсткость механической характеристики.	1, 2, 3, 5, 9.
2	6	3	Способы возбуждения двигателей постоянного тока. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением. Понятие тормозных режимов. Уравнения энергетического Баланса в тормозных режимах. Тормозные режимы ДПТ с независимым возбуждением.	1, 2, 3, 5, 9.
		4	ДПТ с последовательным возбуждением. Тормозные режимы ДПТ с последовательным возбуждением.	1, 2, 3, 5, 9.
		5	ДПТ со смешанным возбуждением. Тормозные режимы ДПТ со смешанным возбуждением. Универсальный коллекторный двигатель (УКД).	1, 2, 3, 5, 9.

3	18	6	Асинхронный двигатель (АД). Эквивалентная схема замещения АД. Характеристики АД.	1, 2, 3, 5, 9.
		7	Пуск АД. Тормозные режимы АД.	1, 2, 3, 5, 9.
		8	Синхронный двигатель (СД). Характеристики СД.	1, 2, 3, 5, 9.
		9	Шаговый двигатель (ШД). Принцип действия. Характеристики ШД	1, 2, 3, 5, 9.
4	10	10	Основные параметры регулирования.	1, 2, 3, 5, 9.
		11	Датчики положения, скорости, момента.	1, 2, 3, 5, 9.
		12	Реостатное регулирование ДПТ.	1, 2, 3, 5, 9.
		13	Регулирование скорости ДПТ изменением напряжения. Система «Генератор - Двигатель».	1, 2, 3, 5, 9.
5	8	14	Регулирование скорости ДПТ изменением потока возбуждения	1, 2, 3, 5, 9.
		15	Реостатное регулирование скорости АД	1, 2, 3, 5, 9.
		16	Регулирование скорости АД изменением пар полюсов.	1, 2, 3, 5, 9.
		17	Частотное регулирование скорости электропривода.	1, 2, 3, 5, 9.
18				

## 6. Коллоквиум не предусмотрен учебным планом

## 7. Практические занятия.

№ темы	Всего часов	Наименование практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии.
1	2	Расчет моментов на валу двигателя. (Понятие приведенного момента, момента инерции).
2	4	Расчет механических характеристик и сопротивлений ДПТ.
3	4	Расчет механических характеристик двигателей переменного тока
4 - 5	8	Расчет системы регулирования скорости двигателя

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1 - 3	4	Экспериментальное определение момента инерции двигателя.	1, 2, 3, 5, 9.
	4	Экспериментальное исследование механических характеристик двигателя постоянного тока.	1, 2, 3, 5, 9.
	6	Экспериментальное исследование тормозных режимов двигателя постоянного тока.	1, 2, 3, 5, 9.
	6	Экспериментальное исследование механических характеристик асинхронного двигателя.	1, 2, 3, 5, 9.
	4	Экспериментальное исследование тормозных режимов асинхронного двигателя.	1, 2, 3, 5, 9.
4 - 5	6	Частотное управление скоростью асинхронного двигателя.	
	6	Векторное управление асинхронным двигателем без датчика скорости.	

## 9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	20	Понятие динамического момента. Момент инерции.	2, 3, 5, 9.
	40	Принцип действия различных электродвигателей.	2, 3, 9.
2	15	Описание динамических процессов при помощи дифференциальных уравнений. Переходные процессы. Условия возникновения. Типы.	3, 5, 9.
	15	Показатели качества регулирования.	3, 5, 9.

**10. Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом.**

### 11. Курсовая работа.

«Расчет автоматизированного электропривода».

Рассчитать электродвигатель и элементы системы управления автоматизированного электропривода, обеспечивающего при заданной нагрузочной диаграмме диапазон регулирования скорости вращения  $D$  с относительной ошибкой  $\delta$ .

**12. Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.**

**13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).**

В рамках изучения дисциплины должны быть освоены компетенции ОПК – 2, характеризующейся способностью в условиях развития науки и изменяющейся социальной практики к переоценке накопленного опыта, анализу своих возможностей, готовностью приобретать новые знания, использовать различные средства и технологии обучения; готовностью к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции; готовностью владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, использовать компьютер как средство работы с информацией; способностью и готовностью к практическому анализу логики различного рода рассуждений, к публичным выступлениям, аргументации, ведению дискуссии и полемики.

А также компетенции ПК-1,2,3,4,8,9.

### Вопросы для экзамена

1. Электропривод. Определение, классификация, общая функциональная схема.
2. Режимы работы электродвигателя.
3. Основное уравнение электропривода.
4. Понятие приведённого момента.

5. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением. Принцип действия, механическая характеристика.
6. Режимы работы электродвигателя.
7. Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением. Принцип действия, механическая характеристика.
8. Двигатель постоянного тока со смешанным возбуждением. Принцип действия, механическая характеристика.
9. Асинхронный двигатель. Принцип действия, механическая характеристика.
10. Синхронный двигатель. Принцип действия, характеристики.
11. Шаговый двигатель. Принцип действия, последовательность коммутации обмоток в двигателе с пассивным ротором. Особенности электропривода на основе шагового двигателя.
12. Шаговый двигатель. Принцип действия, последовательность коммутации обмоток в двигателе с активным ротором. Особенности электропривода на основе шагового двигателя.
13. Структура электропривода на основе шагового двигателя. Характеристики шагового двигателя. Особенности электропривода на основе шагового двигателя.
14. Тормозные режимы электродвигателя.
15. Тормозные режимы двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Механические характеристики.
16. Тормозной режим асинхронного двигателя организацией независимого возбуждения. Схема, механическая характеристика.
17. Тормозной режим двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением организацией независимого возбуждения. Схема, механическая характеристика.
18. Тормозной режим двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением самовозбуждением. Схема, механическая характеристика.
19. Двигатель постоянного тока со смешанным возбуждением. Принцип действия, механическая характеристика.
20. Тормозной режим двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением организацией независимого возбуждения. Схема, механическая характеристика.
21. Тормозной режим двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением с самовозбуждением. Схема, механическая характеристика.
22. Тормозной режим асинхронного двигателя самовозбуждением. Схема, механическая характеристика.
23. Структура электропривода на основе шагового двигателя. Характеристики шагового двигателя. Особенности электропривода на основе шагового двигателя.
24. Тормозной режим асинхронного двигателя противовключением. Схема, механическая характеристика.
25. Системы регулирования электропривода.
26. Регулирование электропривода. Структурные схемы регулируемого привода.
- 327 Реостатное регулирование скорости двигателя.

28. Реостатное регулирование скорости двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
29. Реостатное регулирование скорости двигателя постоянного тока со смешанным возбуждением.
30. Регулирование электропривода изменением магнитного потока.
31. Реостатное регулирование скорости асинхронного двигателя.
32. Регулирование скорости электропривода в системе «генератор – двигатель».
33. Регулирование скорости асинхронного двигателя реактивными сопротивлениями.
34. Регулирование скорости двигателя с помощью магнитного усилителя.
35. Регулирование скорости электропривода в системе «управляемый вентильный преобразователь – двигатель».
36. Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. Инверторы.
37. Векторное регулирование скорости электропривода.
38. Расчет двигателя по нагрузке.
39. Режимы работы электродвигателя.
40. Выбор механической части электропривода.
41. Нагрев электродвигателя.
42. Расчет электродвигателя при продолжительном режиме.
43. Расчет электродвигателя при кратковременном режиме.
44. Расчет электродвигателя при повторно - кратковременном режиме.

### **Тестовые задания по дисциплине**

Имеются типовые тестовые материалы.

## **14. Образовательные технологии**

Учебная работа по данной дисциплине предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных интерактивных занятий, разбор конкретных ситуаций, групповых дискуссий по темам дисциплины, вузовских конференций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На лекциях используются мультимедийные средства обучения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляют не менее 20 % аудиторных занятий.

Для выполнения указанных требований часы СРС используются для подготовки докладов (сообщений), участия в дискуссии по рассмотренным на лекциях темах.

## Интерактивные методы обучения

(компьютерная симуляция, разбор конкретных ситуаций, решение задач)

Вид занятия	Вид интерактивного метода (имя файла ИОС)	Часы
Лекции	Использование мультимедийного оборудования.	36
Практические занятия	Математическое моделирование с использованием программы MATLAB	18

### 15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

#### Основная литература

1. Л.Б. Масандилов Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 [Электронный ресурс] / Л.Б. Масандилов. - Москва : Машиностроение, 2012. Энциклопедия / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 / Л.Б. Масандилов, Ю.Н. Сергиевский, С.К. Козырев и др.; под общ. ред. Л.Б. Масандилова, 2012. 520 с.: ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755850.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

2. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / Анучин А.С. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2015. - 373. с.: ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI240.htm> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

3. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов : учеб. пособие / Г. В. Никитенко. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 224 с. : ил. ; 20 см. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Гриф: рек. УМО РАЕ по классич. университет. и техн. образованию в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обуч. по напр. : 110800.62, 110800.68 - "Агроинженерия", 140400.62, 140400.68 - "Электроэнергетика и электротехника" и спец. : 110302.65 - "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства", 140211.65 - "Электроснабжение"

Экземпляры всего: 30

#### Дополнительная литература

4. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Дементьев Ю. Н. - Томск : Томский политехнический университет, 2013. - 224 с.

Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

5. Бекишев, Р. Ф. Общий курс электропривода [Электронный ресурс] : учебное пособие / Бекишев Р. Ф. - Томск : Томский политехнический университет, 2014. - 302 с.

Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

6. Мещеряков, В. Н. Энергосберегающие системы электропривода переменного тока с частотным управлением для механизмов с вентиляторным



статическим моментом [Электронный ресурс] : учебное пособие / Мещеряков В. Н. - Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. - 50 с.

Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

7. Греков, Э. Л. Исследование системы автоматического управления электроприводом постоянного тока [Электронный ресурс] : учебное пособие / Греков Э. Л. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. - 108 с.

Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks.

8. Балковой А.П. Прецизионный электропривод с вентильными двигателями [Электронный ресурс] / Балковой А.П. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. - Прецизионный электропривод с вентильными двигателями / А.П. Балковой, В.К. Цаценкин. - М.: Издательский дом МЭИ, 2010. - 328 с.: ил.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/МРЕИ90.html> - ЭБС «Электронная библиотека технического вуза».

### **Периодические издания**

9. Вопросы электротехнологии: науч.-техн. журн. - Саратов : Саратовский гос. техн. ун-т им. Ю. А. Гагарина (архив 2013 – 2017), №1. – 4. ISSN 2309-6020.

10. Электричество: теорет. и науч.-практ. журн. - М. : МЭИ (архив 2012 -2017) - ISSN 0013-5380.

11. Автоматика и телемеханика : Российская Академия наук. - М. : Наука (архив 2012 -2015) - ISSN 0005-2310.

12. Электротехника: науч.-техн. журн. - М. : ЗАО "Знак" (архив 2010 - 2013) - ISSN 0013-5860.

13. Электроника. РЖ ВИНТИ (архив 2012 -2015) - ISSN 0203-5189

### ***Источники ИОС:***

14. [https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/EPP/13.03.02\\_1/elet\\_b13101/default.aspx](https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/EPP/13.03.02_1/elet_b13101/default.aspx)

## **16. Материально-техническое обеспечение**

В курсе лекций используются мультимедийные средства (компьютер, видеопроектор). При проведении лабораторных работ используются компьютерная техника и программное обеспечение МАТЛАБ-6. Кроме того, имеется специализированная лаборатория «Электропривод» кафедры ЭЛЭТ, оснащенная лабораторными стендами и необходимыми измерительными приборами.