

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



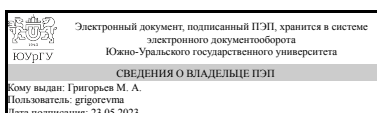
А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.О.34 Электрический привод  
для направления 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика**

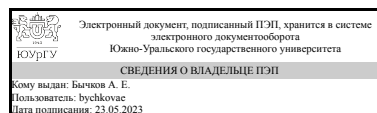
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 17.08.2020 № 1046

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доц., доцент



А. Е. Бычков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является овладение выпускниками умением определять место эффективного применения электропривода в электротехническом объекте или технологии, выбирать оптимальную структуру электропривода и его составляющие, проводить эскизное проектирование электропривода и/или его основных элементов с учетом требований безопасности, энергоэффективности, экологии, эргономики, экономики. Задачи дисциплины: 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; научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы, выбору двигателя и проверке его по нагреву; сформировать у студента навыки разработки, чтения и анализа электрических схем; научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

## Краткое содержание дисциплины

Место электропривода в современной индустрии. Механика электроприводов. Электромеханические свойства и характеристики типовых электродвигателей. Основные системы электропривода на базе современных полупроводниковых преобразователей. Динамические режимы электроприводов. Энергетика электропривода и выбор электродвигателя по мощности. Текущая успеваемость студентов контролируется посредством лабораторных работ, аналогично формируются практические навыки и компетенции студентов. Итоговым контрольным мероприятием по дисциплине является дифференцированный зачет.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-12 Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Знает: Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов. Умеет: Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов. Имеет практический опыт: Расчета, проектирования и конструирования электроприводов для мехатронных и робототехнических систем.
ПК-2 Способен обеспечивать эффективную эксплуатацию гибких производственных систем в машиностроении	Знает: Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Умеет: Применять, эксплуатировать и

	<p>производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов.</p> <p>Имеет практический опыт: Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов.</p>
--	---

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.06 Электрические машины	1.Ф.03 Компьютерные технологии управления в робототехнике, 1.О.33 Эксплуатация и наладка мехатронных и робототехнических систем, 1.Ф.08 Системы управления электроприводов

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.Ф.06 Электрические машины	<p>Знает: Принцип действия современных типов электрических машин постоянного и переменного тока, знать особенности их конструкции и характеристики. Умеет: Читать электрические схемы с применением электрических машин, использовать полученные знания при решении практических задач по наладке, испытаниям и эксплуатации электрических машин. Имеет практический опыт: Расчетов, анализа режимов работы и характеристик электрических машин, направленных на повышение эффективности работы гибких производственных систем.</p>

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 56,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		6

Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	87,5	87,5
Подготовка к лабораторной работе №1	15	15
Подготовка к дифференцированному зачету	27,5	27,5
Подготовка к лабораторной работе №2	15	15
Подготовка к лабораторной работе №3	15	15
Подготовка к лабораторной работе №4	15	15
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение	2	2	0	0
2	Механика электропривода	2	2	0	0
3	Энергетика электропривода. Выбор электродвигателей по мощности.	2	2	0	0
4	Электропривод постоянного тока	20	4	0	16
5	Асинхронный электропривод	20	4	0	16
6	Синхронный электропривод	2	2	0	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Электропривод – назначение, определение, структура, состав, применение электропривода в современных технологиях. Место электропривода с современной промышленности. Требования к электроприводу. Влияние электроприводов на работу питающей сети. Классификация и элементы электроприводов.	2
2	2	Основы механики электропривода. Понятие о типовых технологических процессах, выполняемых электроприводом и требованиях со стороны рабочего органа. Механические характеристики типовых нагрузок, понятие об активном и реактивном моменте. Уравнения механического движения электрического привода в установившемся режиме. Учет потерь в механической части электропривода и понятие о направлении потока мощности. Приведение параметров координат к валу электродвигателя.	2
3	3	Энергетика электропривода. Элементы проектирования электропривода. Показатели энергетической эффективности. Потери мощности и энергии в установившихся режимах. Основные методы и средства энергосбережения в электроприводе и средствами электропривода. Нагрузочные диаграммы движения исполнительного органа рабочей машины. Принципы выбора двигателя и преобразователя. Проверка двигателя по нагреву методами эквивалентирования.	2

4	4	Принцип работы электродвигателя постоянного тока и его схема замещения. Вывод уравнения механической характеристики. Способы регулирования координат электродвигателя постоянного тока. Тормозные режимы электропривода постоянного тока.	2
5	4	Типовые системы электропривода на основе электродвигателя постоянного тока: системы ТП-Д и ШИП-Д. Особенности работы электродвигателя постоянного тока от полупроводникового преобразователя и влияние данной системы на питающую сеть. Пуск электродвигателя постоянного тока от сети с нерегулируемыми параметрами. Пуск электродвигателя постоянного тока от сети с регулируемыми параметрами. Понятие о задатчиках интенсивности.	2
6	5	Принцип работы асинхронного электродвигателя и его схема замещения. Вывод уравнения механической характеристики. Способы регулирования координат асинхронного электродвигателя. Тормозные режимы асинхронного электропривода.	2
7	5	Понятие частотного регулирования в асинхронном электроприводе. Устройство типовых преобразователей частоты и их влияние на питающую сеть. Ограничение диапазона регулирования координат при частотном регулировании, понятие о форсировке напряжения. Специфика тормозных режимов асинхронного электропривода при частотном управлении. Пуск асинхронного электродвигателя от сети с нерегулируемыми параметрами. Пуск асинхронного электродвигателя от сети с регулируемыми параметрами.	2
8	6	Принцип работы синхронного электродвигателя. Вывод уравнения механической характеристики. Способы регулирования координат синхронного электродвигателя. Тормозные режимы синхронного электропривода. Регулирование реактивной мощности, посредством синхронного электродвигателя. Пуск синхронного электродвигателя при его различной конструкции и параметрах питающей сети.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1-3	4	Экспериментальное исследование статических (механических, электромеханических) и энергетических характеристик двигателя постоянного тока в различных схемах включения (при изменении напряжения на якоре, при изменении тока обмотки возбуждения, при введении добавочного сопротивления в цепь якоря).	6
4-5	4	Исследование переходных процессов в электроприводе постоянного тока при работе от тиристорного преобразователя с регулируемым напряжением и задатчиком интенсивности.	4
6-8	4	Экспериментальное исследование тормозных режимов работы электропривода постоянного тока (рекуперация на спуске, противовключение, динамическое торможение).	6
9-10	5	Изучение электромеханических переходных режимов пуска, торможения и реверса асинхронного электродвигателя при питании от источника нерегулируемого напряжения	4
11-13	5	Экспериментальное исследование режимов работы асинхронного электродвигателя (двигательного, рекуперации, торможения противовключением, динамического торможения)	6

14-16	5	Экспериментальное исследование статических (механических, электромеханических) и энергетических характеристик асинхронного электродвигателя в различных схемах включения (при изменении напряжения на статоре, при введении добавочного активного сопротивления в цепи ротора и статора).	6
-------	---	---	---

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к лабораторной работе №1	УММ в эл. виде: [1] стр 19-25, ПУМД [Доп. лит 1], стр 107-128. Программное обеспечение: [1]. Метод. пособия для СРС [1] (страницы и главы определяются индивидуальным заданием).	6	15
Подготовка к дифференцированному зачету	ПУМД [Осн. лит 1], стр 3-171, ПУМД [Доп. лит 3], стр 10-148, ПУМД [Доп. лит 1], стр 105-195, ПУМД [Доп. лит 2], стр 71-161, Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке, [1], [2]. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы: [1].	6	27,5
Подготовка к лабораторной работе №2	УММ в эл. виде: [1] стр 25-30. Метод. пособия для СРС [1] (страницы и главы определяются индивидуальным заданием).	6	15
Подготовка к лабораторной работе №3	УММ в эл. виде: [1] стр 56-60. Программное обеспечение: [1]. Метод. пособия для СРС [1] (страницы и главы определяются индивидуальным заданием).	6	15
Подготовка к лабораторной работе №4	УММ в эл. виде: [1] стр 61-66. Метод. пособия для СРС [1] (страницы и главы определяются индивидуальным заданием).	6	15

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

##### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	20	Баллы за лабораторную работу	дифференцированный зачет

					<p>начисляются следующим образом:  1-3 - за верно написанный коллоквиум, коллоквиум в виде теста из 3 вопросов, один балл - одно верно решенное задание теста. В случае получения 1 балла и менее за коллоквиум, студент не допускается к лабораторной работе.  2-10 - за выполнение каждого из опытов, каждая лабораторная состоит из 5 опытов, за каждый корректно выполненный опыт начисляется 2 балла: один балл за верную сборку схемы, второй - за верно снятые показания.  0-7 - за качество выполнения отчета по лабораторной работе. При проверке отчета по баллу начисляется за каждый из пунктов: оформление по СТО ЮУрГУ, корректная функциональная схема экспериментов, корректно проведенные расчеты, корректно написанный вывод, наличие всех таблиц с данными, наличие всех графиков, наличие всех энергетических диаграмм.</p>		
2	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	9	<p>Студентам задаются 3 вопроса (всей бригаде) за каждый верный ответ начисляется по 3 балла, за каждый частично верный ответ начисляется по 1 или 2 балла в зависимости от</p>	дифференцированный зачет

						полноты ответа.	
3	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №2	1	20	<p>Баллы за лабораторную работу начисляются следующим образом:</p> <p>1-3 - за верно написанный коллоквиум, коллоквиум в виде теста из 3 вопросов, один балл - одно верно решенное задание теста. В случае получения 1 балла и менее за коллоквиум, студент не допускается к лабораторной работе.</p> <p>2-10 - за выполнение каждого из опытов, каждая лабораторная состоит из 5 опытов, за каждый корректно выполненный опыт начисляется 2 балла: один балл за верную сборку схемы, второй - за верно снятые показания.</p> <p>0-7 - за качество выполнения отчета по лабораторной работе. При проверке отчета по баллу начисляется за каждый из пунктов: оформление по СТО ЮУрГУ, корректная функциональная схема экспериментов, корректно проведенные расчеты, корректно написанный вывод, наличие всех таблиц с данными, наличие всех графиков, наличие всех энергетических диаграмм.</p>	дифференцированный зачет
4	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	9	<p>Студентам задаются 3 вопроса (всей бригаде) за каждый верный ответ начисляется по 3 балла, за каждый частично верный</p>	дифференцированный зачет



						ответ начисляется по 1 или 2 балла в зависимости от полноты ответа.	
5	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №3	1	20	<p>Баллы за лабораторную работу начисляются следующим образом:</p> <p>1-3 - за верно написанный коллоквиум, коллоквиум в виде теста из 3 вопросов, один балл - одно верно решенное задание теста. В случае получения 1 балла и менее за коллоквиум, студент не допускается к лабораторной работе.</p> <p>2-10 - за выполнение каждого из опытов, каждая лабораторная состоит из 5 опытов, за каждый корректно выполненный опыт начисляется 2 балла: один балл за верную сборку схемы, второй - за верно снятые показания.</p> <p>0-7 - за качество выполнения отчета по лабораторной работе. При проверке отчета по баллу начисляется за каждый из пунктов: оформление по СТО ЮУрГУ, корректная функциональная схема экспериментов, корректно проведенные расчеты, корректно написанный вывод, наличие всех таблиц с данными, наличие всех графиков, наличие всех энергетических диаграмм.</p>	дифференцированный зачет
6	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №3	1	9	Студентам задаются 3 вопроса (всей бригаде) за каждый верный ответ	дифференцированный зачет

						начисляется по 3 балла, за каждый частично верный ответ начисляется по 1 или 2 балла в зависимости от полноты ответа.	
7	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №4	1	20	<p>Баллы за лабораторную работу начисляются следующим образом:</p> <p>1-3 - за верно написанный коллоквиум, коллоквиум в виде теста из 3 вопросов, один балл - одно верно решенное задание теста. В случае получения 1 балла и менее за коллоквиум, студент не допускается к лабораторной работе.</p> <p>2-10 - за выполнение каждого из опытов, каждая лабораторная состоит из 5 опытов, за каждый корректно выполненный опыт начисляется 2 балла: один балл за верную сборку схемы, второй - за верно снятые показания.</p> <p>0-7 - за качество выполнения отчета по лабораторной работе. При проверке отчета по баллу начисляется за каждый из пунктов: оформление по СТО ЮУрГУ, корректная функциональная схема экспериментов, корректно проведенные расчеты, корректно написанный вывод, наличие всех таблиц с данными, наличие всех графиков, наличие всех энергетических диаграмм.</p>	дифференцированный зачет
8	6	Текущий	Защита лабораторной	1	9	Студентам задаются 3	дифференцированный

		контроль	работы №4			вопроса (всей бригаде) за каждый верный ответ начисляется по 3 балла, за каждый частично верный ответ начисляется по 1 или 2 балла в зависимости от полноты ответа.	зачет
9	6	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	-	20	Зачет проходит в виде защиты отчетов по лабораторным работам. Каждому студенту задается 4 вопроса: один по каждой из лабораторных работ. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале в зависимости от правильности и полноты ответа, итоговый ответ суммируется.	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>К процедуре проведения дифференцированного зачета допускаются студенты, прошедшие все контрольные мероприятия текущего контроля. Итоговый рейтинг студента рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля и определяется по формуле: <math>R_d = R_{тек}</math>. В случае, если студент хочет повысить свою оценку он вправе пройти процедуру дифференцированного зачета, тогда итоговый рейтинг определяется по формуле: <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}</math>.</p> <p>Критерии оценивания: – Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%; – Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84%. – Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; – Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-12	Знает: Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов.	+		+		+		+		+
ОПК-12	Умеет: Использовать приближенные методы расчета и выбора	+		+		+		+		+

	основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов.									
ОПК-12	Имеет практический опыт: Расчета, проектирования и конструирования электроприводов для мехатронных и робототехнических систем.	+	+	+	+	+				
ПК-2	Знает: Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока.		+	+	+	+	+			
ПК-2	Умеет: Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов, машин, электрического привода; проводить типовые лабораторные испытания электрических приводов; анализировать параметры и требования источников питания, а также характеристики нагрузки, как основы технического задания для проектирования электроприводов и их компонентов.			+	+	+	+	+		
ПК-2	Имеет практический опыт: Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов.		+	+	+	+	+	+		

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Москаленко, В. В. Автоматизированный электропривод Учебник В. В. Москаленко. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 416 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Ключев, В. И. Теория электропривода Учеб. для вузов по спец."Электропривод и автоматизация пром. установок". - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 560 с. ил.
2. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода Учеб. для электромех. и электроэнергет. вузов М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 576 с. ил.
3. Ильинский, Н. Ф. Основы электропривода [Текст] учеб. пособие для вузов по направлению 551300 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" Н. Ф. Ильинский. - 3-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 220, [1] с. ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика Юж.-Урал. гос. ун-т; ЮУрГУ журнал. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001-
2. Электричество теорет. и науч.-практ. журн. Рос. акад. наук, Отд-ние физ.-техн. проблем энергетики, Федерация энергет. и электротехн. обществ журнал. - М., 1996-

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Драчев, Г. И. Теория электропривода Рабочая программа, семестровые задания, контрол. задачи Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф.

Электропривод и автоматизация пром. установок; Г. И. Драчев, С. М. Бутаков, В. А. Кислюк; Под ред. Г. И. Драчева; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 44,[2] с. ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Драчев, Г. И. Теория электропривода Рабочая программа, семестровые задания, контрол. задачи Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок; Г. И. Драчев, С. М. Бутаков, В. А. Кислюк; Под ред. Г. И. Драчева; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 44,[2] с. ил.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Бычков А. Е. Теория электропривода : учеб. пособие к лаб. работам для специальности 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / А. Е. Бычков, А. Функ, Д. А. Сычев ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и мехатроника. - Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2021. - 118, [1] с.: ил. <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000571352&amp;dtype=F&amp;etype">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000571352&amp;dtype=F&amp;etype</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции		Мультимедийное оборудование: проектор, интерактивная доска, персональный компьютер с предустановленной ПО.
Лабораторные занятия	146 (1)	Аудитория представляет собой специализированное помещение для проведения практических и лабораторных работ. Аудитория содержит лабораторный стенд: "Электрический привод средней мощности" (стендовый компьютерный вариант). Который представляет собой 7 независимых лабораторных установок, позволяющих производить лабораторные исследования электроприводов различного типа в режимах, определяющих реальные промышленные установки. Установки подразумевают выполнение лабораторных работ как в ручном режиме, так и с использование персональных компьютеров.