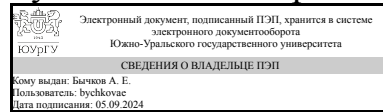


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



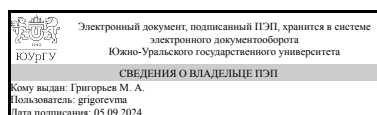
А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.28 Электрический привод  
для направления 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

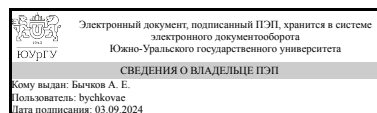
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки от 09.08.2021 № 730

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-13 Способен применять стандартные методы расчета при проектировании систем автоматизации технологических процессов и производств	Знает: Основные типы электрических приводов (постоянного и переменного тока), используемых для систем объектов автоматизации. Умеет: Выбирать слаботочное и силовое оборудование для систем электрического привода, а также адекватно отображать выбранные решения в технической документации. Имеет практический опыт: Составления электрических схем для проектов производственных автоматизированных систем с электрическим приводом в составе.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
1.О.26 Элементы систем автоматики	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.26 Элементы систем автоматики	<p>Знает: Принципы работы и основные режимы функционирования элементов систем автоматического управления: аналоговых и цифровых схмотехнических элементов, датчиков электрических и неэлектрических величин., Назначение и характеристики типовых технологических установок, отдельных элементов автоматики и их совокупности в составе функциональных блоков, а также ключевые базы данных, где можно найти информацию для решения поставленных задач.</p> <p>Умеет: Делать выводы о качестве функционирования элементов автоматики с применением информационных технологий, формированием отчетов о действующих элементах промышленной автоматики и предложений по разработке новых проектов по дальнейшей автоматизации технологических процессов., Анализировать исходные данные на проектирование технических систем и проводить оценку требуемых технических средств, выбирать датчики, исполнительные механизмы и регулирующие органы, отвечающие предъявленным требованиям. Имеет практический опыт: Создания простейших схем автоматического управления и анализа сигналов в них., Работы с современными цифровыми программными методами расчетов и проектирования систем управления, выбора технических средств автоматизации и управления для реализации проектируемой системы автоматизации в соответствии с техническим заданием.</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

Аудиторные занятия:	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС)	87,5	87,5
Подготовка к лабораторной работе №2	30	30
Подготовка к дифференцированному зачету	27,5	27,5
Подготовка к лабораторной работе №1	30	30
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	2

		электропривода постоянного тока.	
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
1-2	4	Введение в лабораторный практикум по электрическому приводу. Изучение техники безопасности и методологии работы на лабораторных стендах.	4
3-5	4	Выполнение 1 части лр №1. 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
6-8	4	Выполнение 2 части лр №1. Экспериментальное исследование тормозных режимов работы электропривода постоянного тока (рекуперация на спуске, противовключение, динамическое торможение).	6
9-11	5	Выполнение 1 части лр №2. 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
12-14	5	Выполнение 2 части лр №2. Экспериментальное исследование режимов работы асинхронного электродвигателя (двигательного, рекуперации, торможения противовключением, динамического торможения).	6
15-16	5	Защита лабораторных работ.	4

## 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 №2	УММ в эл. виде: [1] стр 44-57, ПУМД [Доп. лит 1], стр 107-128. Метод. пособия для СРС [1] (страницы и главы определяются индивидуальным заданием).	6	30
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 №1	УММ в эл. виде: [1] стр 19-30, ПУМД [Доп. лит 1], стр 107-128. Метод. пособия для СРС [1] (страницы и главы определяются индивидуальным заданием).	6	30

## 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	Коллоквиум №1	1	5	Коллоквиум проводится перед лабораторной работой. Каждый студент получает билет с 3 вопросами, каждый верный ответ дает 1 балл. При получении 2 или более баллов студент допускается к лабораторной работе. 4 и 5 баллы получают за выполнение коллоквиума с 1 раза и за выполнение всей	дифференцированный зачет

						лабораторной за 1 посещение соответственно.	
2	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №1	1	20	Баллы за лабораторную работу начисляются следующим образом: 1-10 - 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. 11-20 - 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.	дифференцированный зачет
3	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №1	1	9	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 полноты ответа. Допускается групповой и индивидуальный порядок ответов на усмотрение преподавателя.	дифференцированный зачет
4	6	Текущий	Коллоквиум №2	1	5	Коллоквиум	дифференцированный

		контроль				проводится перед лабораторной работой. Каждый студент получает билет с 3 вопросами, каждый верный ответ дает 1 балл. При получении 2 или более баллов студент допускается к лабораторной работе. 4 и 5 баллы получают за выполнение коллоквиума с 1 раза и за выполнение всей лабораторной за 1 посещение соответственно.	зачет
5	6	Текущий контроль	Лабораторная работа №2	1	20	<p>Баллы за лабораторную работу начисляются следующим образом:</p> <p>1-10 - 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>11-20 - 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> <p>0-7 - за качество выполнения отчета по</p>	дифференцированный зачет



						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.	
6	6	Текущий контроль	Защита лабораторной работы №2	1	9	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 полноты ответа. Допускается групповой и индивидуальный порядок ответов на усмотрение преподавателя.	дифференцированный зачет
7	6	Промежуточная аттестация	дифференцированный зачет	-	20	Зачет проходит в виде ответа на два вопроса: теоретический и расчетный. Каждый вопрос оценивается по десятибалльной 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	К процедуре проведения дифференцированного зачета допускаются студенты, прошедшие все контрольные мероприятия текущего контроля. Итоговый рейтинг студента рассчитывается на основе баллов, набранных	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>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>	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ОПК-13	Знает: Основные типы электрических приводов (постоянного и переменного тока), использующихся для систем объектов автоматизации.	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-13	Умеет: Выбирать слаботочное и силовое оборудование для систем электрического привода, а также адекватно отображать выбранные решения в технической документации.	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-13	Имеет практический опыт: Составления электрических схем для проектов производственных автоматизированных систем с электрическим приводом в составе.	+	+	+	+	+	+	+

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. 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.
2. Ключев, В. И. Теория электропривода Учеб. для вузов по спец."Электропривод и автоматизация пром. установок". - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 560 с. ил.
3. 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.
4. Усынин Ю. С. Основы регулируемого электропривода : учеб. для студентов вузов по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / Ю. С. Усынин, Д. А. Сычев ; под ред. Ю. С. Усынина ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Автоматизир. электропривод ; ЮУрГУ. - Челябинск :

Издательский Центр ЮУрГУ, 2021. - 287, [1] с. : ил.. URL:  
[http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU\\_METHOD&key=000570750](http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000570750)

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 энергетике, 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.