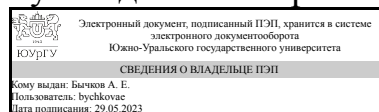


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



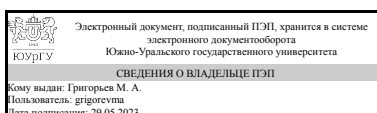
А. Е. Бычков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Моделирование электронных устройств  
для направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

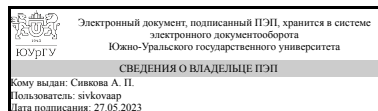
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 144

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



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
старший преподаватель



А. П. Сивкова

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является получение необходимых знаний для использования методов моделирования систем электроприводов на ЭВМ и для приобретения навыков создания моделей отдельных элементов и всей системы электропривода. В связи с этим ставятся следующие основные задачи: изучить методы, используемые для моделирования элементов и систем электроприводов на ЭВМ; разработать модели отдельных элементов и систем электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока.

## Краткое содержание дисциплины

Общие сведения о моделировании технических объектов и систем. Математические модели механических систем электроприводов. Моделирование электрических машин, применяемых в электроприводе. Моделирование управляемых преобразователей электрической энергии. Моделирование датчиков в электроприводе. Вычислительные методы моделирования. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться в форме выполнения практических занятий. Вид промежуточной аттестации - зачет.

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

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	Знает: Принципы работы основных электронных устройств, обеспечивающих функционирование объектов профессиональной деятельности Умеет: Разрабатывать основные допущения при моделировании электронных устройств Имеет практический опыт: Создания математических и физических моделей электронных устройств

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.06 Применение программной среды Solidworks в электротехнологиях, 1.Ф.04 Электрический привод, 1.Ф.09 Электрические и электронные аппараты, ФД.04 Проектирование электрических сетей, 1.Ф.05 Электрические машины, ФД.03 Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике, 1.Ф.07 Электроснабжение, 1.Ф.03 Физические основы электроники	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.04 Электрический привод	<p>Знает: Математическое описание, схемы включения, основные параметры и элементы проектирования электроприводов, Назначение, элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока</p> <p>Умеет: Использовать приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических приводов; разрабатывать и анализировать простые модели электроприводов и их элементов, 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</p> <p>Имеет практический опыт: Расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем, Проведения стандартных испытаний электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; навыками анализа простых моделей электроприводов</p>
1.Ф.03 Физические основы электроники	<p>Знает: Принцип действия диодов, транзисторов, тиристоров, интегральных микросхем, их характеристики и параметры; основы расчета простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей</p> <p>Умеет: Использовать методы анализа линейных и нелинейных электрических цепей для расчета простейших схем силовых преобразователей на основе полупроводниковых приборов. Выбирать элементы электронных схем для решения поставленной задачи; анализировать и описывать физические процессы, протекающие в полупроводниковых приборах. Имеет практический опыт: Моделирования простейших схем силовых преобразователей и аналоговых электронных усилителей. Экспериментального исследования характеристик и правильного выбора полупроводниковых приборов; способами управления электронными устройствами.</p>
1.Ф.07 Электроснабжение	<p>Знает: Основные источники информации по направлению профессиональной деятельности, Основные принципы построения электрических сетей систем электроснабжения, типовые схемы и приоритетные области их использования, достоинства и недостатки типовых схем</p> <p>Умеет: Анализировать и систематизировать информацию, извлечённую из различных</p>

	источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов, Пользоваться при эксплуатации СЭС справочной литературой и нормативными материалами Имеет практический опыт: Проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения, Составления схем замещения СЭС и определения параметров их элементов
ФД.06 Применение программной среды Solidworks в электротехнологиях	Знает: Основные технологии автоматизированной разработки электронной документации по эскизным, техническим и рабочим проектам. Умеет: Разрабатывать 3-D модели элементов объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Нахождения наилучшего конструкционного варианта объектов профессиональной деятельности.
ФД.03 Силовая полупроводниковая техника в энергетике и электротехнике	Знает: Соотношение для токов и напряжений вентилях, трансформатора, фильтра в зависимости от номинальных параметров нагрузки, Физико-математический аппарат и методы анализа электромагнитных процессов в схемах выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и др. преобразователей; методы экспериментального исследования управляемых выпрямителей, автономных инверторов Умеет: Выбрать вентили, фильтр, трансформатор и прочие элементы силовой полупроводниковой техники по справочным данным, Составить схему замещения преобразователя для определения выходного напряжения, напряжения на вентиле, на сглаживающем фильтре Имеет практический опыт: Компьютерных расчетов характеристик выбранного преобразователя, Экспериментального исследования при помощи осциллографа, измерительных приборов, автономных датчиков тока и напряжения
ФД.04 Проектирование электрических сетей	Знает: Методы расчета установившихся и переходных режимов электрических сетей Умеет: Рассчитывать режимы электрической сети с применением ЭВМ Имеет практический опыт: Алгоритмизации решения математических задач, связанных с проектированием электрических сетей
1.Ф.05 Электрические машины	Знает: Виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин; инструментарий для измерения и контроля основных параметров технологического процесса; показатели качества технологического процесса и методы их определения, Способы обеспечения требуемых выходных характеристик электрических машин,

	<p>Теоретические предпосылки проектирования электрических машин и методы их расчета</p> <p>Умеет: Контролировать правильность получаемых данных и выводов; применять и производить выбор электроэнергетического и электротехнического оборудования: электрических машин; интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями, Сформулировать требования к параметрам и выходным характеристикам электрических машин с учетом работы их в конкретных электротехнологических установках, Решать вопросы проектирования электрических машин различной мощности, различных видов и различного назначения</p> <p>Имеет практический опыт: Использования современных технических средства в профессиональной области; опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований; опытом экспериментальных исследований режимов работы технических устройств и объектов электроэнергетики и электротехники, Практического применения стандартных методик расчёта выходных параметров электрических машин различного типа исполнения, Работы с технической и справочной литературой; навыками работы в прикладных пакетах MathCAD, MATLAB, Simulink</p>
1.Ф.09 Электрические и электронные аппараты	<p>Знает: Основные характеристики аппаратов, которые применяются в современной электроэнергетике. Умеет: Выбирать основные типы электрических аппаратов для коммутации и защиты электрических цепей объектов профессиональной деятельности. Имеет практический опыт: Экспериментального исследования электрических аппаратов.</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 28,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
Общая трудоёмкость дисциплины	72	8
<i>Аудиторные занятия:</i>	24	24
Лекции (Л)	12	12
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	12
Лабораторные работы (ЛР)	0	0

Самостоятельная работа (СРС)	43,75	43,75
Выполнение заданий ЭУК в "Электронном ЮУрГУ"	9	9
Подготовка к практическим занятиям	22,75	22,75
Подготовка к зачету	12	12
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Общие сведения о моделировании технических объектов и систем	2	2	0	0
2	Математические модели механических систем электроприводов	2	2	0	0
3	Моделирование электрических машин, применяемых в электроприводе	6	2	4	0
4	Моделирование управляемых преобразователей электрической энергии	6	2	4	0
5	Моделирование датчиков в электроприводе	2	2	0	0
6	Вычислительные методы моделирования	6	2	4	0

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	1.1. Характеристика объектов моделирования. 1.2. Требования, предъявляемые к математическим моделям. 1.3. Классификация математических моделей. 1.4. Формы представления математических моделей.	2
2	2	2.1. Математическая модель механической части электропривода в абсолютных единицах. 2.2. Методика направленного нормирования структурных схем. 2.3. Примеры математических моделей многомассовых механических систем.	2
3	3	3.1. Математическая модель электромеханического преобразователя энергии. 3.2. Математическая модель двигателя постоянного тока. 3.3. Математические модели асинхронного двигателя.	2
4	4	4.1. Моделирование управляемого преобразователя постоянного тока. 4.2. Моделирование преобразователя частоты.	2
5	5	5.1. Тахогенератор постоянного тока. 5.2. Датчики тока. 5.3. Датчики напряжения. 5.4. Датчики угла.	2
6	6	6.1. Алгоритм реализации математической модели. 6.2. Методы численного интегрирования.	2

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	3	Моделирование двигателя постоянного тока и электропривода постоянного	2

		тока	
2	3	Моделирование асинхронного двигателя	2
3	4	Моделирование асинхронного электропривода	4
4	6	Моделирование следящего электропривода	4

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Выполнение заданий ЭУК в "Электронном ЮУрГУ"	<a href="https://edu.susu.ru/login/index.php">https://edu.susu.ru/login/index.php</a>	8	9
Подготовка к практическим занятиям	ЭУМД: Доп. [3], С. 70-250. Доп. [4], С. 5-16. Программное обеспечение [1], [2].	8	22,75
Подготовка к зачету	Осн. [1] с.5-250; ЭУМД: Осн. [1], С. 45-270. Осн. [2], С. 8-242. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы [1]	8	12

## 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-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	8	Текущий контроль	Занятие №1	0,25	5	Занятие №1 предполагает выполнение практической работы. Практическая работа по теме "Моделирование двигателя постоянного тока и электропривода постоянного тока" выполняется в программе VisSim и включает пять заданий: моделирование цепи обмотки возбуждения двигателя постоянного тока; моделирование двигателя постоянного тока, работающего в режиме холостого хода (апериодический переходный процесс); моделирование двигателя постоянного тока, работающего в режиме холостого хода (периодический переходный процесс); моделирование двигателя постоянного тока при приложении момента нагрузки;	зачет

						<p>моделирование электропривода постоянного тока с отрицательной обратной связью по скорости вращения. Студенты проходят процедуру идентификации на портале «Электронный ЮУрГУ». После выполнения работы студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность результатов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): приведены результаты оценки параметров – 3 балла; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5</p>	
2	8	Текущий контроль	Занятие №2	0,25	5	<p>Занятие №2 предполагает выполнение практической работы. Практическая работа по теме "Моделирование асинхронного двигателя" выполняется в программе VisSim. Студенты проходят процедуру идентификации на портале «Электронный ЮУрГУ». После выполнения работы студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность результатов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): приведены результаты оценки параметров – 3 балла; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.</p>	зачет
3	8	Текущий контроль	Занятие №3	0,25	5	<p>Занятие №3 предполагает выполнение практической работы. Практическая работа по теме "Моделирование асинхронного электропривода" выполняется в программе VisSim. Студенты проходят процедуру идентификации на портале «Электронный ЮУрГУ». После выполнения работы студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность результатов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): приведены результаты оценки параметров – 3 балла; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.</p>	зачет
4	8	Текущий контроль	Занятие №4	0,25	5	<p>Занятие №4 предполагает выполнение практической работы. Практическая работа по теме "Моделирование следящего</p>	зачет



						электропривода" выполняется в программе VisSim. Студенты проходят процедуру идентификации на портале «Электронный ЮУрГУ». После выполнения работы студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность результатов и выводов. Общий балл при оценке складывается из следующих показателей (за каждую лабораторную работу): приведены результаты оценки параметров – 3 балла; выводы логичны и обоснованы – 1 балл; оформление работы соответствует требованиям – 1 балл. Максимальное количество баллов – 5.	
5	8	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачет, который проводится в виде тестирования. Тест состоит из 10 вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. Студенту предоставляется 1 попытка с ограничением по времени для прохождения теста. Во время сессии в указанное время для студентов открывается тест для экзамена. Студенты проходят процедуру идентификации на портале «Электронный ЮУрГУ». Правильный ответ на вопрос соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов - 10.	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Выставление зачета осуществляется по текущему контролю в случае, если рейтинг обучающего выше 60%. Если текущий рейтинг обучающегося ниже 60%, то студент должен набрать недостающие баллы на зачете. Шкала перевода рейтинга: «зачтено» - Рд 100 ... 60%, "Не зачтено" - Рд = 0...59%.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: Принципы работы основных электронных устройств, обеспечивающих функционирование объектов профессиональной деятельности	+	+	+	+	+
ПК-1	Умеет: Разрабатывать основные допущения при моделировании электронных устройств	+	+	+	+	+
ПК-1	Имеет практический опыт: Создания математических и физических моделей электронных устройств	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Горбачев, Г. Н. Промышленная электроника Учеб. для энерг. спец. вузов Под ред. В. А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 319,[1] с. ил.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Математическое моделирование электромеханических систем: методические указания к лабораторно-практическим занятиям / составитель Д.А. Курносов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 18 с
2. Математическое моделирование электромеханических систем: методические указания к лабораторно-практическим занятиям / составитель Д.А. Курносов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 18 с

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Математическое моделирование электромеханических систем: методические указания к лабораторно-практическим занятиям / составитель Д.А. Курносов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 18 с

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Терехин, В.Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.Б. Терехин, Ю.Н. Дементьев. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/82848">http://e.lanbook.com/book/82848</a>
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пащенко, Ф.Ф. Основы моделирования энергетических объектов. [Электронный ресурс] / Ф.Ф. Пащенко, Г.А. Пикина. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 464 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/5284">http://e.lanbook.com/book/5284</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Маликов, Р.Ф. Основы математического моделирования. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 368 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/5169">http://e.lanbook.com/book/5169</a>
4	Дополнительная	Электронный	Математическое моделирование электромеханических систем:

литература	каталог ЮУрГУ	методические указания к лабораторно-практическим занятиям / составитель Д.А. Курносов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 18 с <a href="http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000444591">http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000444591</a>
------------	------------------	---

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. Visual Solution, Inc.-VisSim(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
Практические занятия и семинары	526-3 (1)	В аудитории есть все возможности проведения практических занятий с использованием возможностей Электронного ЮУрГУ (демонстрационные материалы)
Лекции	526-3 (1)	В аудитории есть все возможности проведения лекций с использованием возможностей Электронного ЮУрГУ (демонстрационные материалы, видеозапись лекций)