

Министерство просвещения Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра энергетики и транспорта

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.02.02 «РЕШЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ»**

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы «Электроэнергетические системы»

Автор(ы): ст. преп. В.В. Бесклеткин  
ст. преп. А.А. Емельянов

Одобрена на заседании кафедры энергетики и транспорта. Протокол от «10» ноября 2022 г. №4.

Рекомендована к использованию в образовательной деятельности научно-методической комиссией института ИПО РГППУ. Протокол от «14» ноября 2022 г. №22.

Екатеринбург  
2022

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Решение математических задач в электроэнергетике и электротехнике»: овладение системой знаний о путях стратегического развития профессиональных образовательных организаций, организаций дополнительного профессионального образования, ориентированных на подготовку рабочих и специалистов в области электроэнергетики; формирование у студентов умений решения математических задач в электроэнергетике и электротехнике, в том числе, средствами компьютерных технологий.

Задачи:

- овладение системой знаний о математических основах энергетики, которые обеспечивают образовательную среду в соответствии с современными требованиями;
- приобретение студентами знаний об особенностях математических задач в электроэнергетике и электротехнике, о методах решения этих задач, о возможности решения математических задач в электроэнергетике и электротехнике средствами компьютерных технологий;
- приобретение студентами знаний об основных понятиях и определениях системы; классификации, управлении и оптимизации управленческих решений; интерполяции и аппроксимации функций одной переменной; теории вероятностей и математической статистики; управлении; объекте управления; методах моделирования непрерывных и дискретных объектов управления; принятии управленческих решений и их оптимизации; постановке задачи оптимизации; классификации задач оптимизации; математическом программировании; классификации задач математического программирования; линейном, нелинейном, динамическом программировании;
- формирование у студентов умений принимать и обосновывать конкретные математические методы при решении задач электроэнергетики и электротехники, решать математические задачи электроэнергетики и электротехники.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Решение математических задач в электроэнергетике и электротехнике» относится к формируемой участниками образовательных отношений части учебного плана.



### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 Способен проводить научные исследования объектов профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

31. Способы решения обыкновенных дифференциальных уравнений различными методами; в том числе с использованием специализированных программных продуктов;

32. Особенности имитационного моделирования в электроэнергетике и электротехнике;

33. Теоретические основы построения математических моделей технических объектов;

34. Математическое описание непрерывных и дискретных объектов управления.

Уметь:

У1. Разрабатывать математические модели технических объектов;

У2. Применять приемы математического моделирования для разработки математических моделей объектов электроэнергетики и электротехники;

У3. Реализовывать математические модели объектов электроэнергетики и электротехники с использованием специализированного программного обеспечения.

Владеть:

В1. Приемами реализации математических моделей объектов электроэнергетики и электротехники, в том числе с использованием специализированного программного обеспечения;

В2. Методами анализа и синтеза математических моделей объектов электроэнергетики и электротехники, в том числе с использованием специализированного программного обеспечения.

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### *4.1 Объем дисциплины и виды контактной и самостоятельной работы*

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. (180 час.), семестр изучения – 2, распределение по видам работ представлено в табл. № 1.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид работы	Форма обучения
------------	----------------



	очная
	Семестр изучения
	2 сем.
	Кол-во часов
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	180
Контактная работа, в том числе:	48
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные работы	16
Самостоятельная работа студента	132
Промежуточная аттестация, в том числе:	
Экзамен	2 сем.

*\*Распределение трудоемкости по видам контактной работы для заочной формы обучения (при наличии) корректируется в соответствии с учебным планом заочной формы обучения.*

#### **4.2 Содержание и тематическое планирование дисциплины**

Таблица 2. Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Сем.	Всего, час.	Вид контактной работы, час.			СРС
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	
1. Численные методы (задачи Коши) решения дифференциальных уравнений	2	21	2	2	2	15
2. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике	2	21	2	2	2	15
3. Пакет Simulink – визуальная среда моделирования в электроэнергетике и электротехнике	2	21	2	2	2	15
4. Элементы устройств силовой электроники в пакете SimPowerSystems	2	21	2	2	2	15
5. Модельное исследование устройств силовой электроники	2	20	2	2	2	14
6. Электрические машины в пакете SimPowerSystems	2	21	2	2	2	15
7. Модельное проектирование многоконтурных систем постоянного тока	2	16	-	2	-	14



8. Модельное проектирование асинхронных систем	2	21	2	2	2	15
9. Модельное проектирование синхронных систем	2	18	2	-	2	14

*\*Распределение часов по разделам (темам) дисциплины для заочной формы обучения осуществляется научно-педагогическим работником, ведущим дисциплину.*

### **4.3 Содержание разделов (тем) дисциплин**

#### **Раздел 1. Численные методы (задачи Коши) решения дифференциальных уравнений**

Процесс численного решения. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений: постановка задачи. Метод Эйлера. Модифицированный метод Эйлера. Метод Рунге – Кутты. Метод итераций. Выбор шага и погрешность решения.

#### **Раздел 2. Имитационное моделирование в электроэнергетике и электротехнике**

Синтез имитационной модели на основе структурной схемы. Теоретические основы построения математических моделей.

#### **Раздел 3. Пакет Simulink – визуальная среда моделирования в электроэнергетике и электротехнике**

Общие вопросы создания моделей в пакете Simulink. Библиотеки пакета Simulink. Математическое описание непрерывных и дискретных объектов управления. Представление математического описания объектов управления систем в пакете Control System Toolbox. Преобразование непрерывных регуляторов к цифровым аналогам.

#### **Раздел 4. Элементы устройств силовой электроники в пакете SimPowerSystems**

Пакет расширения SimPowerSystems. Библиотеки пакета SimPowerSystems. Активные и пассивные элементы силовых полупроводниковых преобразователей в пакете SimPowerSystems. Полупроводниковые элементы силовых полупроводниковых преобразователей в пакете SimPowerSystems.

#### **Раздел 5. Модельное исследование устройств силовой электроники**

Силовые полупроводниковые преобразователи. Основные характеристики устройств силовой электроники. Управляемые выпрямители и преобразователи постоянного напряжения. Аналитическое представление электромагнитных и энергетических характеристик широтно-импульсных преобразователей. Математическое моделирование мостового широтно-импульсного преобразователя (ШИП) с поочередным законом управления в установившихся режимах. Автономные инверторы. Основные характеристики инверторов.



Моделирование трехфазного инвертора. Модельное проектирование вторичных источников питания для силовых полупроводниковых преобразователей.

## **Раздел 6. Электрические машины в пакете SimPowerSystems**

Математическое описание и модели машины постоянного тока в пакете SimPowerSystems. Математическое описание и модели асинхронных машин в пакете SimPowerSystems. Математическое описание и модели синхронных машин в пакете SimPowerSystems.

## **Раздел 7. Модельное проектирование многоконтурных систем постоянного тока**

Математическое описание, структурные схемы и модели двигателя постоянного тока. Синтез регуляторов в одноконтурной скоростной системе постоянного тока. Синтез регуляторов в двухконтурной скоростной системе постоянного тока. Синтез регуляторов в следящей системе постоянного тока. Синтез регуляторов в следящей робототехнической системе постоянного тока. Виртуальная модель одноконтурной и двухконтурной скоростных систем постоянного тока с ШИП. Алгоритм моделирования системы постоянного тока с силовыми полупроводниковыми преобразователями.

## **Раздел 8. Модельное проектирование асинхронных систем**

Математическое описание, структурные и виртуальные схемы и моделирование обобщенной асинхронной машины. Структурные модели асинхронных систем с частотным управлением. Структурные модели асинхронных систем с частотно-токовым управлением. Структурные модели замкнутых асинхронных систем с векторным управлением. Виртуальная частотно-токовая асинхронная система с векторным управлением. Электромагнитные процессы в замкнутой асинхронной системе. Имитационные лабораторные стенды асинхронных систем в пакете SimPowerSystems.

## **Раздел 9. Модельное проектирование синхронных систем**

Математическое описание, структурная схема и модель вентильного двигателя (ВД) в неподвижной и во вращающейся системах координат. Датчики положения ротора и преобразователи координат, выполненные на вращающихся трансформаторах. Исследование виртуальной модели ВД с инвертором с синусоидальной ШИМ. Синтез регуляторов в двухконтурной скоростной системе с ВД во вращающейся системе координат. Синтез регуляторов в двухконтурной синхронной скоростной виртуальной системе.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для изучения дисциплины используются различные образовательные технологии:



1. Традиционные образовательные технологии представлены комбинацией объяснительно-иллюстративного и репродуктивного методов обучения. Осуществляются с использованием информационных лекций, семинаров, практических занятий или лабораторных работ. При использовании данных методов деятельность учащегося направлена на получение теоретических знаний и формирования практических умений по дисциплине.

2. Информационно-коммуникационные образовательные технологии, при которых организация образовательного процесса, основывается на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией. Используются для поддержки самостоятельной работы обучающихся с использованием электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС), телекоммуникационных технологий, педагогических программных средств и др.

3. Игровые технологии основаны на теории активного обучения, для которых характерно применение имитационных и неимитационных технологий. Используется для проведения практических, семинарских и лабораторных занятий.

4. При реализации образовательной программы с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения:

- состав видов контактной работы по дисциплине (модулю), при необходимости, может быть откорректирован в направлении снижения доли занятий лекционного типа и соответствующего увеличения доли консультаций (групповых или индивидуальных) или иных видов контактной работы;

- информационной основой проведения учебных занятий, а также организации самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) являются представленные в электронном виде методические, оценочные и иные материалы, размещенные в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, в электронных библиотечных системах и открытых Интернет-ресурсах;

- взаимодействие обучающихся и педагогических работников осуществляется с применением ЭИОС университета и других информационно-коммуникационных технологий (видеоконференцсвязь, облачные технологии и сервисы, др.);

- соотношение контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю) может быть изменено в сторону увеличения последней, в том числе самостоятельного изучения теоретического материала.

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### ***6.1 Основная литература***

1. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB. SimPowerSystems и Simulink : практическое руководство. - Саратов : Профобразование, 2017. - 288 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63804>.



2. Ивашкин, Ю.А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство «Лаборатория знаний», 2016. — 361 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/84074>. — Загл. с экрана.

3. Салмина Н. Ю. Имитационное моделирование : учебное пособие. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 118 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70012>.

4. Губарь Ю.В. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] / Ю.В. Губарь. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. — 178 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73662.html>. — ЭБС «IPRbooks»

5. Ашихмин В. Н., Гитман М. Б., Келлер И. Э., Наймарк О. Б., Столбов В. Ю., Трусов П. В., Фрик П. Г. Введение в математическое моделирование : учебное пособие. - Москва : Логос, 2016. - 440 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414>.

6. Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 332 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93780>. — Загл. с экрана.

## **6.2 Дополнительная литература**

1. Черняева С. Н., Денисенко В. В. Имитационное моделирование систем : учебное пособие. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. - 96 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/50630>.

2. Зеливянская О. Е. Математическое моделирование : практикум. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. - 144 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69401>.

## **6.3 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Интернет-ресурсы:

1. Официальный сайт Matlab . Режим доступа: <https://www.mathworks.com>
2. Русскоязычный сайт Matlab. Режим доступа: <https://matlab.ru>
3. Математическое моделирование. Режим доступа: <https://exponenta.ru>

Программное обеспечение:

1. Операционная система Windows.
2. Офисная система Office Professional Plus.

Информационные системы и платформы:

1. Система дистанционного обучения «Moodle».



2. Информационная система «Таймлайн».
3. Платформа для организации и проведения вебинаров «Mirapolis Virtual Room».

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Перечень материально-технического обеспечения для реализации образовательного процесса по дисциплине:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского (практического) типа, проведения групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.
3. Читальный зал для магистрантов и аспирантов.
4. Помещения для самостоятельной работы.

