

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы бакалавриата  
по направлению подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Математическое моделирование устройств ЭПС**

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5214  
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег  
Евгеньевич  
Дата: 23.12.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование устройств ЭПС» являются:

- изучить основные принципы и методы математического моделирования;
- сформировать у обучающихся умение разработки и решение математических моделей реальных объектов и процессов с использованием современных средств вычислительной техники и стандартных пакетов прикладных программ.

Задачами освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование устройств ЭПС» являются:

- освоение основных подходов к построению и анализу математических моделей, общих для различных областей знания, не зависящих от конкретной специфики;
- освоение типов различных математических моделей и их свойств;
- освоение принципов и методов разработки различных математических моделей;
- освоение студентами математических методов: аналитических (точных) и численных (приближённых) для решения инженерных задач с помощью математических моделей;
- освоение практических навыков разработки адекватных математических моделей железнодорожной направленности, а также их алгоритмизации и программирования;
- освоение правильного анализа результатов, полученных в процессе вычислительного эксперимента.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-1** - Способен, используя знания об особенностях функционирования деталей и узлов подвижного состава, осуществлять монтаж, испытания, техническое обслуживание и ремонт его основных элементов и устройств;

**ПК-2** - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов производства и эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

**Знать:**

основные подходы к построению и анализу математических моделей, общих для различных областей знания, не зависящих от конкретной специфики; типы различных математических моделей и их свойства

**Уметь:**

разрабатывать адекватные математические модели железнодорожной направленности, а также составлять алгоритмы и программы для них. Уметь анализировать результаты, полученные в процессе вычислительных экспериментов

**Владеть:**

математическими методами построения моделей: аналитическими (точными) и численными (приближёнными)

**3. Объем дисциплины (модуля).****3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Сем. №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	42	42
В том числе:		
Занятия лекционного типа	14	14
Занятия семинарского типа	28	28

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 66 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	<p>Общие сведения о моделировании и моделях.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие о моделировании - геометрическое, физическое, математическое моделирование;</li> <li>- понятия математического моделирования и математической модели;</li> <li>- микро-, макро- и метауровни математического моделирования;</li> <li>- примеры использования и области применения.</li> </ul>
2	<p>Процесс разработки математической модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные вопросы, решаемые при разработке математической модели;</li> <li>- процесс моделирования;</li> <li>- оценка полученных результатов;</li> <li>- корректировка модели;</li> <li>- процесс моделирования вновь создаваемого объекта;</li> <li>- последовательность математического моделирования;</li> <li>- схема изучения свойств модели.</li> </ul>
3	<p>Математическое моделирование электрических двигателей последовательного возбуждения</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исходные данные;</li> <li>- основные уравнения;</li> <li>- особенности программирования.</li> </ul>
4	<p>Математическое моделирование асинхронных электродвигателей</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- исходные данные;</li> <li>- основные уравнения;</li> <li>- особенности программирования.</li> </ul>
5	<p>Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы, основанные на представлении решения в виде рядов Тейлора;</li> <li>- представление дифференциального уравнения высокого порядка в форме Коши;</li> <li>- метод рядов Тейлора.</li> </ul>
6	<p>Метод Эйлера для численного решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представление метода Эйлера в виде аналитических выражений;</li> <li>- графическое представление метода Эйлера.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
7	Метод Рунге — Кутты четвёртого порядка Рассматриваемые вопросы: Аналитическое представление метода Рунге — Кутты 4-го порядка. Графическое представление метода. Модифицированный метод Эйлера
8	Системы автоматизированного проектирования (САПР) Рассматриваемые вопросы: - САПР в машиностроении; - типы систем автоматизированного проектирования; - история развития САПР, Создание САПР, Развитие САПР от САД до САЕ систем; - системы автоматизированного проектирования различного уровня: лёгкие, средние и тяжёлые САПР; - основные принципы работы в системах автоматизированного проектирования.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Основы создания моделей в среде Simulink программного пакета MATLAB . Рассматриваемые вопросы: - создание модели; - настройка решателя; - обзор базовой библиотеки Simulink; - построение блок-схемы модели; - создание подсистем; - запуск модели на расчет; - отображение и последующее сохранение результатов.
2	Создание моделей электрических устройств в среде Simulink программного пакета MATLAB Рассматриваемые вопросы: - обзор электротехнической библиотеки SimPowerSystems; - блок PowerGUI, его настройка; - связь блоков библиотеки SimPowerSystems с блоками базовой библиотеки Simulink; - расчет разветвленной электрической цепи постоянного тока.
3	Расчет цепей переменного тока в среде Simulink программного пакета MATLAB Рассматриваемые вопросы: - расчет разветвленной электрической цепи переменного тока; - изучение базовых принципов компенсации реактивной мощности.
4	Разработка модели тягового трансформатора электровоза переменного тока Блок Multi-Winding Transformer, его внутренняя структура и параметры. Расчет параметров тягового трансформатора ОНДЦЭ-4350/25 для построения модели на основе данных опытов холостого хода и короткого замыкания. Проверка адекватности модели.
5	Неуправляемые выпрямители Построение схем выпрямления (однополупериодная, двухполупериодная с нулевой точкой, мостовая) на диодах
6	Управляемые выпрямители Построение схем выпрямления (однополупериодная, двухполупериодная с нулевой точкой, мостовая) на тиристорах. Разработка модели системы управления выпрямителем.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Выпрямительно-инверторные преобразователи электровозов переменного тока Построение модели выпрямительно-инверторного преобразователя ВИП-4000М и системы управления им. Проверка адекватности модели.
8	Модель электрического двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением Построение модели тягового электродвигателя НБ-514Б. Расчет магнитной характеристики и индуктивностей обмоток двигателя. Проверка адекватности модели.
9	Модель электрической схемы электровоза 2ЭС5К Сбор общей модели электрических цепей электровоза 2ЭС5К из разработанных ранее моделей при работе в режиме тяги. Проверка адекватности модели.
10	Уравнение движения поезда Построение блок-схемы решения уравнения движения поезда. Определение изменения скорости движения и координаты поезда.
11	Выпрямительная установка возбуждения электровозов переменного тока Построение модели выпрямительной установки возбуждения ВУВ-24 и системы управления ей. Проверка адекватности модели.
12	Модель электрического двигателя постоянного тока с независимым возбуждением Построение модели тягового электродвигателя НБ-514Б при независимом возбуждении и работе в генераторном режиме. Проверка адекватности модели.
13	Работа электровоза 2ЭС5К в режиме рекуперативного торможения Сбор общей модели электрических цепей электровоза 2ЭС5К из разработанных ранее моделей при работе в режиме рекуперативного торможения. Особенности силовой схемы. Алгоритмы работы ВИП при инверторном режиме. Проверка адекватности модели.
14	Математическая модель асинхронного электродвигателя Построение модели асинхронного электродвигателя. Проверка адекватности модели.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к промежуточной аттестации.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Введение в математическое моделирование : учебное пособие / В. Н. Ашихмин, М. Б. Гитман, И. Э. Келлер [и др.] ; под редакцией П. В. Трусова. — Москва : Логос, 2020. — 440 с. — ISBN 978-5-98704-637-1. — Текст : электронный /	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/162966">https://e.lanbook.com/book/162966</a> (дата обращения: 17.10.2022).
2	Аверченков, В. И. Основы математического	Лань : электронно-библиотечная

	моделирования технических систем : учебное пособие / В. И. Аверченков, В. П. Федоров, М. Л. Хейфец. — 2-е изд. — Москва : ФЛИНТА, 2011. — 271 с. — ISBN 978-5-9765-1278-8. — Текст : электронный	система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/44652">https://e.lanbook.com/book/44652</a> (дата обращения: 17.10.2022)
3	Элементы теории математических моделей А.Д. Мышкис Однотомное издание Физматлит, ВО "Наука" , 1994	НТБ (уч.2); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.4)
4	Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В. П. Тарасик. — Минск : Новое знание, 2013. — 584 с. — ISBN 978-985-475-539-7. — Текст : электронный	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/4324">https://e.lanbook.com/book/4324</a> (дата обращения: 17.10.2022).

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Специализированная программа Mathcad.

Специализированная программа Matlab

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской

3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).





Авторы:

Доцент, к.н. кафедры «Электропоезда  
и локомотивы»

И.И. Гарбузов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин