

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

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ТТМиРПС  
Заведующий кафедрой ТТМиРПС



М.Ю. Куликов

24 июня 2019 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

26 июня 2019 г.

Кафедра «Электропоезда и локомотивы»

Автор Долгачев Николай Иванович, к.т.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование систем и процессов**

Специальность:	<u>23.05.03 – Подвижной состав железных дорог</u>
Специализация:	<u>Технология производства и ремонта подвижного состава</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2019</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 25 июня 2019 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 10 15 мая 2019 г. Заведующий кафедрой  О.Е. Пудовиков
--	--

Рабочая программа учебной 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: 15.05.2019

Москва 2019 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое моделирование» ставит своей целью изучение студентами принципов и методов математического моделирования, умение разработки и решение математических моделей реальных объектов и процессов с использованием современных средств вычислительной техники и стандартных пакетов прикладных программ.

Задачи дисциплины:

- ? изучение основных подходов к построению и анализу математических моделей, общих для различных областей знания, не зависящих от конкретной специфики;
- ? изучение типов различных математических моделей и их свойств;
- ? формирование представлений о принципах и методах разработки различных математических моделей;
- ? изучение студентами математических методов: аналитических (точных) и численных (приближённых) для решения инженерных задач с помощью математических моделей;
- ? приобретение студентами практических навыков разработки адекватных математических моделей железнодорожной направленности, а также их алгоритмизации и программирования;
- ? научить студентов правильному анализу результатов, полученных в процессе вычислительного эксперимента.

## **2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО**

Учебная дисциплина "Математическое моделирование систем и процессов" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

### **2.1. Наименования предшествующих дисциплин**

Для изучения данной дисциплины необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

#### **2.1.1. Информатика:**

Знания: Технические и программные средства реализации информационных технологий, программное обеспечение и технологии программирования

Умения: Уметь использовать возможности вычислительной техники и программного обеспечения

Навыки: Владеть основными методами работы на персональных компьютерах с прикладными программными средствами

#### **2.1.2. Математика:**

Знания: Знать основные математические термины и определения, принципы формирования решения математических задач различного уровня сложности

Умения: Уметь применять численные методы решения дифференциальных уравнений

Навыки: Владеть навыками составления систем дифференциальных уравнений

### **2.2. Наименование последующих дисциплин**

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

#### **2.2.1. Теория систем автоматического управления**

**3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ),  
СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

В результате освоения дисциплины студент должен:

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
1	ОПК-1 Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования.	ОПК-1.6 Использует методы математического анализа и моделирования для обоснования принятия решений в профессиональной деятельности.

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ И АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСАХ

##### 4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

6 зачетных единиц (216 ак. ч.).

##### 4.2. Распределение объема учебной дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Количество часов		
	Всего по учебному плану	Семестр 5	Семестр 6
Контактная работа	80	32,15	48,15
Аудиторные занятия (всего):	80	32	48
В том числе:			
лекции (Л)	32	16	16
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	48	16	32
Самостоятельная работа (всего)	91	40	51
Экзамен (при наличии)	45	0	45
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	216	72	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	6.0	2.0	4.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ, ЭК	ЗЧ	ЭК

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	Раздел 1 Общие сведения о моделировании и моделях	18				31	49	
2	5	Тема 1.4 Разработка математической модели в процессе проектирования объекта. Процесс моделирования вновь создаваемого объекта. Последовательность математического моделирования. Схема изучения свойств модели.						0	ПК1
3	5	Раздел 2 Математическое моделирование тяговых электрических машин	4				20	24	
4	5	Тема 2.1 Математическое моделирование асинхронных электродвигателей	2					2	
5	5	Тема 2.2 Математическое моделирование электрических двигателей последовательного возбуждения	2					2	
6	5	Тема 3.1 Методы, основанные на представлении решения в виде рядов Тейлора. Представление дифференциального уравнения высокого порядка в форме Коши. Метод рядов Тейлора.	1					1	
7	5	Тема 3.2 Метод Эйлера для численного решения дифференциальных уравнений. Представление метода Эйлера в виде аналитических выражений. Графическое представление метода Эйлера.	2					2	
8	5	Тема 3.3 Метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Аналитическое представление метода Рунге-Кутты 4-го порядка. Графическое представление метода.	2					2	
9	5	Тема 3.4 Модифицированный метод Эйлера	1					1	ПК2
10	5	Тема 4.1 САПР в машиностроении. Типы систем автоматизированного	1					1	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		проектирования.							
11	5	Тема 4.2 История развития САПР. Создание САПР. Развитие САПР от САД до САЕ систем.	1					1	
12	5	Тема 4.3 Уровни программного обеспечения. Системы автоматизированного проектирования различного уровня: лёгкие, средние и тяжёлые САПР.	1					1	
13	5	Тема 4.4 Основные принципы работы в системах автоматизированного проектирования.	1					1	ЗЧ
14	6	Тема 1.1 Понятие о моделировании. Геометрическое, физическое, математическое моделирование. Понятия математического моделирования и математической модели.	6					6	ПК1
15	6	Тема 1.2 Уровни математического моделирования. Микро-, макро- и метауровни математического моделирования. Примеры использования и области применения.	5					5	
16	6	Тема 1.3 Процесс разработки математической модели. Основные вопросы, решаемые при разработке математической модели. Процесс моделирования. Оценка полученных результатов. Корректировка моделей.	5					5	ПК2
17	6	Раздел 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	6	16			20	42	
18	6	Раздел 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	4	32			20	56	
19	6	Раздел 5 экзамен						45	ЭК
20		Раздел 1 Общие сведения о моделировании и моделях							
21		Всего:	32	48			91	216	



#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 48 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Моделирование электрического прибора (на примере диода или тиристора)	6
2	5	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Математическая модель асинхронного электродвигателя	5
3	5	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Модель электрического двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением	5
4	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Моделирование двухмассовой системы	8
5	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка твердотельной модели детали подвижного состава	8
6	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка модели узла механической части подвижного состава	8
7	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка модели и расчёт напряжённо-деформированного состояния колёсно-редукторного блока электровоза	8
ВСЕГО:				48/0

#### 4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) планом не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Математическое моделирование» осуществляется в форме лекций и лабораторных занятий.

Лекции проводятся в традиционной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), а также с использованием интерактивных (диалоговых) технологий.

Лабораторные занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения, проводятся в компьютерном классе согласно тематике, приведенной в разделе 4.4.

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и интерактивных технологий. К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям. К интерактивным (диалоговым) технологиям относятся отработка отдельных тем по электронным пособиям, подготовка к промежуточным контролям в интерактивном режиме, интерактивные консультации в режиме реального времени по специальным разделам и технологиям, основанным на коллективных способах самостоятельной работы студентов.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 15 разделов, представляющих собой логически завершённый объём учебной информации. Фонды оценочных средств освоенных компетенций включают как вопросы теоретического характера для оценки знаний, так и задания практического содержания (основные приемы работы в текстовом и табличном процессорах, подготовка презентаций, основы алгоритмизации и программирования) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как защита лабораторных работ, индивидуальные и групповые опросы, решение тестов с использованием компьютеров или на бумажных носителях.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы студента. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Всего часов
1	2	3	4	5
1	6	РАЗДЕЛ 1 Общие сведения о моделировании и моделях	Изучение теоретического материала по математическому моделированию	31
2	5	РАЗДЕЛ 2 Математическое моделирование тяговых электрических машин	Изучение параметров и разработка математических моделей тяговых электрических машин	20
3	6	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Исследование точности решения дифференциальных уравнения различными численными методами	20
4	5	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Изучение программной среды. Построение моделей. Навыки работы с программными средами для построения и расчёта математической модели.	20
ВСЕГО:				91

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Основная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
1	Введение в математическое моделирование. Учебное пособие	В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, О.Б.Наймарк и др.	М.: Логос, 2008	Все разделы
2	Основы математического моделирования технических систем: учебное пособие	Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.	М.: Флинта, 2011	Все разделы
3	Элементы теории математических моделей	Мышкис А.Д.	М.: КомКнига, 2007	Все разделы
4	Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов	Тарасик В.П.	Мн.: Дизайн-ПРО, 2004	Все разделы
5	Вычисления в MathCad 12	Гурский Д.А., Турбина Е.С.	СПб.: Питер, 2006	Все разделы
6	Математическое моделирование в среде MathCad	Михаилиди Константин Георгиевич; Долгачев Николай Иванович; Чернышов	МИИТ, 2005 НТБ (уч.6)	68с. Часть 1
7	Математическое моделирование в среде MathCad	Михаилиди Константин Георгиевич; Долгачев Николай Иванович; Чернышов Леонид Анатольевич	МИИТ, 2005 НТБ (уч.6)	88с. Часть 3

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
8	Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MatLab	Поршнева С.В.	М.: Горячая линия - Телеком, 2008	Все разделы
9	Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK.	Васильев В.В., Симак Л.А., Рыбникова А.М.	К.: НАН Украины, 2008	Все разделы
10	Правила тяговых расчётов для поездной работы		М.: Транспорт, 1985	Все разделы
11	Математические модели в точных и гуманитарных науках	Зайцев В.Ф.	СПб: ООО «Книжный дом», 2006	Все разделы
12	Математическое моделирование в среде MathCad	Михаилиди Константин Георгиевич; Долгачев Николай Иванович; Чернышов	МИИТ, 2005 НТБ (уч.6)	60 с. Часть 2
13	MathCad 12 для студентов и инженеров.	Очков В.Ф.	СПб.: БХВ-Петербург, 2005	Все разделы
14	Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0.	Курицкий Б.Я.	СПб.: ВHV - Санкт-Петербург, 2007	Все разделы

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Базы данных и информационно-справочные системы:

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)

<http://www.fcior.edu.ru/>

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов»

<http://school-collection.edu.ru/>

Поисковые системы: Yandex, Google, Yahoo!, Rambler.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

ОС MS Windows XP или Vista, MS Office 2007, MS VBA, MathLab, MathCad.

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

Сетевой компьютерный класс, оснащенный персональными компьютерами на платформе IBM PC. Канал связи с Интернетом со скоростью не менее 5 мбит/сек.

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**