

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

25 марта 2022 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>Высокоскоростной наземный транспорт</u>
Квалификация выпускника:	<u>Инженер путей сообщения</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2020</u>

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 10 26 мая 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии  С.В. Володин	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 13 20 мая 2020 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: 20.05.2020

Москва 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» 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-1.4 Знает основы высшей математики, способен представить математическое описание процессов, использует навыки математического описания моделируемого процесса (объекта) для решения инженерных задач. ОПК-1.5 Использует физико-математический аппарат для разработки простых математических моделей явлений, процессов и объектов при заданных допущениях и ограничениях.

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

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

7 зачетных единиц (252 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	128	64,15	64,15
Аудиторные занятия (всего):	128	64	64
В том числе:			
лекции (Л)	64	32	32
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	64	32	32
Самостоятельная работа (всего)	79	44	35
Экзамен (при наличии)	45	0	45
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	252	108	144
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	7.0	3.0	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	Тема 1.4 Разработка математической модели в процессе проектирования объекта. Процесс моделирования вновь создаваемого объекта. Последовательность математического моделирования. Схема изучения свойств модели.						0	ПК1
2	5	Раздел 2 Математическое моделирование тяговых электрических машин	12				10	22	
3	5	Тема 2.1 Математическое моделирование асинхронных электродвигателей	6					6	
4	5	Тема 2.2 Математическое моделирование электрических двигателей последовательного возбуждения	6					6	
5	5	Раздел 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	20	32			10	62	
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.	6					6	
7	5	Тема 3.2 Метод Эйлера для численного решения дифференциальных уравнений. Представление метода Эйлера в виде аналитических выражений. Графическое представление метода Эйлера.	6					6	
8	5	Тема 3.3 Метод Рунге-Кутты четвертого порядка. Аналитическое представление метода Рунге-Кутты 4-го порядка. Графическое представление метода.	4					4	
9	5	Тема 3.4 Модифицированный метод Эйлера	4					4	ЗЧ, ПК2
10	6	Раздел 1 Общие сведения о	8	8			34	95	

№ 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
		моделировании и моделях							
11	6	Экзамен						45	ЭК
12	6	Раздел 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	24	24			25	73	
13	6	Тема 4.1 САПР в машиностроении. Типы систем автоматизированного проектирования.	6					6	
14	6	Тема 4.2 История развития САПР. Создание САПР. Развитие САПР от САД до САЕ систем.	6					6	ПК1
15	6	Тема 4.3 Уровни программного обеспечения. Системы автоматизированного проектирования различного уровня: лёгкие, средние и тяжёлые САПР.	6					6	
16	6	Тема 4.4 Основные принципы работы в системах автоматизированного проектирования.	6					6	
17		Раздел 1 Общие сведения о моделировании и моделях							
18		Тема 1.1 Понятие о моделировании. Геометрическое, физическое, математическое моделирование. Понятия математического моделирования и математической модели.							
19		Тема 1.2 Уровни математического моделирования. Микро-, макро- и метаяуровни математического моделирования. Примеры использования и области применения.							
20		Тема 1.3 Процесс разработки математической модели. Основные вопросы, решаемые при разработке математической модели. Процесс моделирования. Оценка полученных результатов. Корректировка моделей.							
21		Всего:	64	64			79	252	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 64 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)	12
2	5	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Математическая модель асинхронного электродвигателя	10
3	5	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Модель электрического двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением	10
4	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Моделирование двухмассовой системы	4
5	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка твердотельной модели детали подвижного состава	4
6	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка модели узла механической части подвижного состава	6
7	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка модели и расчёт напряжённо-деформированного состояния колёсно-редукторного блока электровоза	10
8	6		Общие сведения о моделировании и моделях	8
ВСЕГО:				64/0

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы) планом не предусмотрены.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» 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	5	РАЗДЕЛ 1 Общие сведения о моделировании и моделях	Изучение теоретического материала по математическому моделированию	24
2	5	РАЗДЕЛ 1 Общие сведения о моделировании и моделях	Изучение теоретического материала по математическому моделированию	24
3	5	РАЗДЕЛ 2 Математическое моделирование тяговых электрических машин	Изучение параметров и разработка математических моделей тяговых электрических машин	10
4	5	РАЗДЕЛ 3 Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений	Исследование точности решения дифференциальных уравнения различными численными методами	10
5	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка модели узла механической части подвижного состава	5
6	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Изучение программной среды. Построение моделей. Навыки работы с программными средами для построения и расчёта математической модели.	14
7	6	РАЗДЕЛ 4 Системы автоматизированного проектирования (САПР)	Разработка модели и расчёт напряжённо-деформированного состояния колёсно-редукторного блока электровоза	6
8	6		Общие сведения о моделировании и моделях	10
ВСЕГО:				103

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	Основы математического моделирования технических систем: учеб. пособие [электронный ресурс]. – 3-е изд., стереотип.	Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.	М.: Флинта, 2016. – 271 с., 2016 www.litres.ru	Все разделы
2	Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MatLab	Поршнеv С.В.	М.: Горячая линия - Телеком, 2008. – 592 с., ил., 0 https://e.lanbook.com	Все разделы
3	Проектирование приборов в системе Solid Works	Файзутдинов Р.Н	Казань: КНИТУ им. Туполева, 2013. - 104 с., 0 www.au.kai.ru	Все разделы
4	Математическое и компьютерное моделирование процессов и систем в среде MATLAB/SIMULINK. Учебное пособие для студентов и аспирантов	Васильев В.В., Симак Л.А., Рыбникова А.М.	К.: НАН Украины, 2008. – 91 с, 0 www.bookfi.net	Все разделы

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
5	Введение в математическое моделирование. Учебное пособие	В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, О.Б.Наймарк и др.	М.: Логос, 2005. – 440 с., 0 www.bookfi.net	Все разделы
6	Элементы теории математических моделей. Изд. 3-е, исправленное	Мышкис А.Д.	М.: КомКнига, 2007. – 192 с., 0 www.bookfi.net	Все разделы
7	Математическое моделирование технических систем: Учебник для вузов	Тарасик В.П.	Мн.: Дизайн-ПРО, 2004. – 640 с.: ил., 0 www.bookfi.net	Все разделы
8	Математические модели в точных и гуманитарных науках	Зайцев В.Ф.	СПб: ООО «Книжный дом», 2006. – 112 с., 0 www.bookfi.net	Все разделы
9	Вычисления в MathCad 12	Гурский Д.А., Турбина Е.С.	СПб.: Питер, 2006. – 544 с.: ил., 0 www.bookfi.net	Все разделы
10	Математическое моделирование в среде MathCad	К.Г. Михаилиди, Н.И. Долгачев, Л.А. Чернышов	МИИТ, 2005 НТБ (уч.6)	Все разделы
11	Математическое моделирование в среде MathCad	К.Г. Михаилиди, Н.И. Долгачев, Л.А. Чернышов; МИИТ. Каф. "Локомотивы и локомотивное хозяйство"	МИИТ, 2005 НТБ (уч.6)	Все разделы
12	Математическое моделирование в среде	К.Г. Михаилиди, Н.И. Долгачев, Л.А.	МИИТ, 2005 НТБ (уч.6)	Все разделы

	MathCad	Чернышев; МИИТ. Каф. "Локомотивы и локомотивное хозяйство"		
13	Автоматизированное проектирование в среде Solid Works	Сухов С.А.	Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 56 с., 0 www.bookfi.net	Все разделы
14	Выбор параметров тягового электродвигателя постоянного тока и расчет его характеристик	Е.Ю. Логинова; МИИТ. Каф. "Локомотивы и локомотивное хозяйство"	МИИТ, 2006 НТБ (ЭЭ); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)	Все разделы
15	Правила тяговых расчётов для поездной работы		М.: Транспорт, 1985. – 287 с., 0 www.bookfi.net	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, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ 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)

Обучающимся необходимо помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого обучающегося в учебном процессе.

Обучающийся должен быть нацелен на максимальное усвоение подаваемого лектором материала, после лекции и во время специально организуемых индивидуальных встреч он может задать лектору интересующие его вопросы.

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, раскрывать состояние и перспективы развития соответствующей области науки, концентрировать внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления. Главная задача лекционного курса – сформировать у обучающихся системное представление об изучаемом предмете, обеспечить усвоение будущими специалистами основополагающего учебного материала, принципов и закономерностей развития

соответствующей научно-практической области, а также методов применения полученных знаний, умений и навыков.

Основные функции лекций:

1. Познавательная-обучающая
2. Развивающая
3. Ориентирующе-направляющая
4. Активизирующая
5. Воспитательная
6. Организующая
7. Информационная

Выполнение лабораторных заданий служит важным связующим звеном между теоретическим освоением данной дисциплины и применением ее положений на практике. Они способствуют развитию самостоятельности обучающихся, более активному освоению учебного материала, являются важной предпосылкой формирования профессиональных качеств будущих специалистов.

Проведение лабораторных занятий не сводится только к органическому дополнению лекционных курсов и самостоятельной работы обучающихся. Их вместе с тем следует рассматривать как важное средство проверки усвоения обучающимися тех или иных положений, даваемых на лекции, а также рекомендуемой для изучения литературы; как форма текущего контроля за отношением обучающихся к учебе, за уровнем их знаний, а следовательно, и как один из важных каналов для своевременного подтягивания отстающих обучающихся.

При подготовке специалиста важны не только серьезная теоретическая подготовка, знание основ информатики, но и умение ориентироваться в разнообразных практических ситуациях, ежедневно возникающих в его деятельности. Этому способствует форма обучения в виде лабораторных занятий и выполнения курсовой работы. Задачи лабораторных занятий: закрепление и углубление знаний, полученных на лекциях и приобретенных в процессе самостоятельной работы с учебной литературой, формирование у обучающихся умений и навыков работы с исходными данными, научной литературой и специальными документами. Этим занятиям должно предшествовать ознакомление с лекцией на соответствующую тему и литературой, указанной в плане этих занятий.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Ее правильная организация, включающая технологии отбора целей, содержания, конструирования заданий и организацию контроля, систематичность самостоятельных учебных занятий, целесообразное планирование рабочего времени позволяет привить студентам умения и навыки в овладении, изучении, усвоении и систематизации приобретаемых знаний в процессе обучения, привить навыки повышения профессионального уровня в течение всей трудовой деятельности.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к экзамену и тестовые материалы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины.

Фонд оценочных средств являются составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса.

Основные методические указания для обучающихся по дисциплине указаны в разделе основная и дополнительная литература