

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

СОГЛАСОВАНО:

Выпускающая кафедра ЦТУТП  
Заведующий кафедрой ЦТУТП



В.Е. Нутович

06 октября 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.

Кафедра «Математическое моделирование и системный анализ»

Автор Родина Елена Викторовна, к.ф.-м.н., доцент

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы математического моделирования. Часть 1**

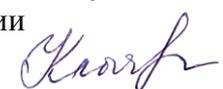
Направление подготовки: 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника

Профиль: Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2017

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 3 05 октября 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">Н.А. Клычева</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 6 27 апреля 2020 г. И.о. заведующего кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Г.А. Зверкина</p>
--	---

Москва 2020 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В основе изучаемой дисциплины лежат курсы « Математический анализ», «Физика» и «Теории вероятностей» под углом применения аппарата анализа к построению математических моделей и применения методов теории вероятностей в различных областях естествознания и техники. Здесь изучаются разделы математического анализа, не вошедшие в основной курс, такие как обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения в частных производных, системы дифференциальных уравнений. Они, как известно, лежат в основе методов математического моделирования. Цели и задачи дисциплины – продемонстрировать применение фундаментальных разделов анализа к решению различных прикладных задач и изложить общие принципы и методологию математического моделирования.

Основной целью изучения учебной дисциплины «Методы математического моделирования» является формирование у обучающегося компетенций для научно-исследовательской деятельности.

Дисциплина предназначена для получения знаний в решение следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности):

- математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализа результатов;
- составление отчета по выполняемому заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок.

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

Учебная дисциплина "Методы математического моделирования. Часть 1" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его вариативную часть.

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

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

#### **2.1.1. Физика:**

Знания: основные понятия физики, физических законов

Умения: подбирать и применять физические законы для описания модели

Навыки: методами исследования физических процессов

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

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Математические методы проектирования информационных систем

2.2.2. Методы математического моделирования. Часть 2

2.2.3. Моделирование бизнес-процессов на транспорте

### 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-2 способностью осваивать методики использования программных средств для решения практических задач	Знать и понимать: пакеты для решения практических задач MathCad, Anylogic, GPSS  Уметь: составлять алгоритмы для исследования различных моделей  Владеть: инструментарием MathCad, Anylogic, GPSS
2	ПК-3 способностью обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности	Знать и понимать: основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа в моделирование, теоретическом и экспериментальном исследованиях других наук  Уметь: подбирать соответствующий закон и метод для построения и исследования модели  Владеть: методами исследования в области физики, экономики, математики

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

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

3 зачетные единицы (108 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 3
Контактная работа	55	55,15
Аудиторные занятия (всего):	55	55
В том числе:		
лекции (Л)	36	36
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	18	18
Контроль самостоятельной работы (КСР)	1	1
Самостоятельная работа (всего)	17	17
Экзамен (при наличии)	36	36
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	ПК1, ПК2	ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЭК	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/Т П	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	Раздел 1 Введение	2					2	
2	3	Тема 1.1 Общие принципы построения математических моделей. Требования, предъявляемые к математическому моделированию.	2					2	
3	3	Раздел 2 Простейшие модели и основные понятия моделирования	12	2/1			4	18/1	ПК1, ПК-1 Индивидуальное домашнее задание.
4	3	Тема 2.1 Простейшие модели и основные понятия моделирования. Элементарные математические модели.	2					2	
5	3	Тема 2.2 Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы.	2					2	
6	3	Тема 2.3 Вариационные принципы и математические модели.	2					2	
7	3	Тема 2.4 Иерархия моделей. Универсальность моделей.	2					2	
8	3	Тема 2.5 Модели нелинейных простейших объектов.	2	2/1				4/1	
9	3	Тема 2.6 Модели трудноформализуемых объектов.	2					2	
10	3	Раздел 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями	10/5	6			4	20/5	Индивидуальное домашнее задание.
11	3	Тема 3.1 Модели, заданные дифференциальными уравнениями	2/1	2				4/1	
12	3	Тема 3.2 Обыкновенные	2/1					2/1	

№ 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/Т П	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		дифференциальные уравнения как математические модели динамических систем. Логическая структура моделей.							
13	3	Тема 3.3 Построение моделирующих алгоритмов. Языки моделирования.	2/1	2				4/1	
14	3	Тема 3.4 Модели, заданные системой n линейных дифференциальных уравнений.	2/1	2				4/1	
15	3	Тема 3.5 Анализ покоя, устойчивости и поведения модели. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.	2/1					2/1	
16	3	Раздел 4 Автономные динамические системы	8/1	4/1			4	16/2	ПК2, ПК-2 Индивидуальное домашнее задание.
17	3	Тема 4.1 Автономные динамические системы	2/1					2/1	
18	3	Тема 4.2 Анализ поведения динамических систем (I порядка) на фазовой плоскости.	2					2	
19	3	Тема 4.3 Алгоритм построения фазового портрета.	2	2/1				4/1	
20	3	Тема 4.4 Анализа устойчивости линейных автономных динамических систем I порядка	2	2				4	
21	3	Раздел 5 Некоторые модели и их исследование	4/2	6/2		1	5	16/4	Индивидуальное домашнее задание.
22	3	Тема 5.1 Некоторые модели и их исследование. Динамика популяции. Уравнения Вольтерра	2/1	2/2		1		5/3	

№ 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/Т П	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		– Лотка, уравнения Вольтерра – Лотка с логистической поправкой.							
23	3	Тема 5.2 Модель Холлинга – Тэннера, модель выравнивания цен по уровню актива.	2/1	2				4/1	
24	3	Тема 5.3 Математическое моделирование сложных объектов		2				2	
25	3	Экзамен						36	ЭК
26		Всего:	36/8	18/4		1	17	108/12	

#### 4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 18 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	3	РАЗДЕЛ 2 Простейшие модели и основные понятия моделирования Тема: Модели нелинейных простейших объектов.	ЛР №1. Модели нелинейных простейших объектов. Модель взаимозачета долгов.	2 / 1
2	3	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Модели, заданные дифференциальными уравнениями	ЛР №2. Защита индивидуального задания	2
3	3	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Построение моделирующих алгоритмов. Языки моделирования.	ЛР №3. Метод Рунге – Кутты для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	2
4	3	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Модели, заданные системой $n$ линейных дифференциальных уравнений.	ЛР №4. Метод Рунге – Кутты для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	2
5	3	РАЗДЕЛ 4 Автономные динамические системы Тема: Алгоритм построения фазового портрета.	ЛР №5. Построение фазового портрета и анализа устойчивости линейных автономных динамических систем второго порядка	2 / 1
6	3	РАЗДЕЛ 4 Автономные динамические системы Тема: Анализа устойчивости линейных автономных динамических систем I порядка	ЛР №6. Защита индивидуального задания	2

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
7	3	РАЗДЕЛ 5 Некоторые модели и их исследование Тема: Некоторые модели и их исследование. Динамика популяции. Уравнения Вольтерра – Лотка, уравнения Вольтерра – Лотка с логистической поправкой.	ЛР №7. Уравнения Вольтерра – Лотка. Модель Холлинга – Тэннера. Модель выравнивания цен по уровню актива.	2 / 2
8	3	РАЗДЕЛ 5 Некоторые модели и их исследование Тема: Модель Холлинга – Тэннера, модель выравнивания цен по уровню актива.	ЛР №8. Защита индивидуального задания	2
9	3	РАЗДЕЛ 5 Некоторые модели и их исследование Тема: Математическое моделирование сложных объектов	ЛР №9. Защита индивидуального задания	2
ВСЕГО:				18/4

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

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Преподавание дисциплины «Методы математического моделирования» осуществляется в форме лекций и практических занятий.

Лекции проводятся в традиционной классно-урочной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью.

Практические занятия выполняются в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач). Практический курс проводится с использованием современной вычислительной техники (пакет Mathcad, языков программирования).

Самостоятельная работа студента организована с использованием традиционных видов работы и современной вычислительной техники (пакет Mathcad, языков программирования). К традиционным видам работы относятся отработка лекционного материала и отработка отдельных тем по учебным пособиям и электронным справочным материалам.

Оценка полученных знаний, умений и навыков основана на модульно-рейтинговой технологии. Весь курс разбит на 7 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 (решение задач, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные решения задач.

Проведении занятий по дисциплине (модулю) возможно с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, реализуемые с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

В процессе проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий применяются современные образовательные технологии, такие как (при необходимости):

- использование современных средств коммуникации;
- электронная форма обмена материалами;
- дистанционная форма групповых и индивидуальных консультаций;
- использование компьютерных технологий и программных продуктов, необходимых для сбора и систематизации информации, проведения требуемых программой расчетов и т.д.

## 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	3	РАЗДЕЛ 2 Простейшие модели и основные понятия моделирования	Самостоятельная работа 1. Подготовка к ТК-1 по приведенным ниже заданиям. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1],[2],[9].	4
2	3	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями	Самостоятельная работа 1. Подготовка к ТК-2 по приведенным ниже заданиям. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [2],[3],[4], [9].	4
3	3	РАЗДЕЛ 4 Автономные динамические системы	Самостоятельная работа 1. Подготовка к ТК-3 по приведенным ниже заданиям. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [3],[4],[8].	4
4	3	РАЗДЕЛ 5 Некоторые модели и их исследование	Самостоятельная работа 1. Подготовка к ТК-4 по приведенным ниже заданиям. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [3],[10],[11].	5
ВСЕГО:				17

## 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	Экономико-математические методы и прикладные модели : учебник для бакалавриата и магистратуры	Гармаш, И. В. Орлова, В. В. Федосеев ; под ред. В. В. Федосеева. - 4-е изд., перераб. и доп.	М. : Юрайт, 2015	МИИТ НТБ
2	Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы.	Мышкис А.Д.	М., Физматлит, 2007	МИИТ НТБ
3	Моделирование : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. "Информатика и вычислительная техника"	Зарубин В.С.	М. : Академия, 2013	МИИТ НТБ
4	Численные методы : в 2 кн.: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования.	Н. Н. Калиткин, Е. А. Альшина	М.: Академия, 2013	МИИТ НТБ

### 7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
5	Дифференциальные уравнения в приложениях.	Амелькин В.В.	1977 <a href="http://www.alleng.ru/d/math/math197.htm">http://www.alleng.ru/d/math/math197.htm</a>	Все разделы
6	Элементы прикладной математики.	Зельдович Я.Б., Мышкис А.Д.	2002	НТБ МИИТ
7	Обыкновенные дифференциальные уравнения в примерах и задачах.	А. Пантелеев, А.С. Якимова, А.В., А.В. Босов	Высшая школа, 2009 <a href="http://www.ph4s.ru/">http://www.ph4s.ru/</a>	Все разделы
8	Математическое моделирование.	Самарский А.А., Михайлов А.П.	Физматлит, 0 <a href="http://crimealib.com/09">http://crimealib.com/09</a>	Все разделы
9	Качественная теория динамических систем второго порядка	А.А. Андронов, Е.А. Леонович и др.	М, ФИЗМАТ, 1966 <a href="http://crimealib.com/09">http://crimealib.com/09</a>	Все разделы
10	Лабораторный практикум по высшей математике.	Плис А.И., Сливина Н.А.	М., Высшая школа, 2009	НТБ МИИТ
11	Численные методы	А.А. Самарский, А.В. Гулин	М, МАКС ПРЕСС, 2007	НТБ МИИТ

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

- <http://library.miiit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
- <http://www.library.ru/> - информационно-справочный портал Проект Российской

государственной библиотеки для молодежи.

3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Википедия – свободная энциклопедия

4. <http://miit.ru> МИИТ| Об университете| Структура| Кафедры| ИУИТ кафедра «Прикладная математика-1»

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

1) Windows 7, Microsoft Office 2013, Microsoft Office 2007, Microsoft Essential Security 2012

При организации обучения по дисциплине (модулю) с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходим доступ каждого студента к информационным ресурсам – библиотечному фонду Университета, сетевым ресурсам и информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий может потребоваться наличие следующего программного обеспечения (или их аналогов): ОС Windows, Microsoft Office, Интернет-браузер, Microsoft Teams и т.д.

В образовательном процессе, при проведении занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, могут применяться следующие средства коммуникаций: ЭИОС РУТ(МИИТ), Microsoft Teams, электронная почта, скайп, Zoom, WhatsApp и т.п.

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

Для проведения занятий по учебной дисциплине «Методы математического моделирования. Часть 1» необходимо:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, мультимедиа-проектор Toshiba S20, рабочие станции студентов Intel Pentium IV 3.0, акустическая система Apart SDQ5P.

В случае проведения занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий необходимо наличие компьютерной техники, для организации коллективных и индивидуальных форм общения педагогических работников со студентами, посредством используемых средств коммуникации.

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

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

Лекционные занятия составляют основу теоретического обучения и должны давать систематизированные основы знаний по дисциплине, концентрировать внимание обучающихся на наиболее важных, фундаментальных и сложных вопросах. Некоторые теоретические вопросы практического применения, изучения математического метода, основанного на пройденном материале, выносятся на самостоятельное изучение. Для проверки усвоения материала, изученного самостоятельно, каждому студенту предложено выполнить индивидуальное задание

Выполнение практических 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 бакалавров.

Проведение практических занятий выстроено следующим образом: в начале изучения раздела студенту предлагается индивидуальные домашние работы. Получая на практических занятиях умения и навыки по изучаемой теме, студент закрепляет их, решая индивидуальную работу дома. При этом он может получить консультацию по возникающим проблемам у преподавателя. В конце прохождения данной темы каждый студент сдает индивидуальную работу, после проверки которой может вновь проработать сложные места.

Самостоятельная работа может быть успешной при определенных условиях, которые необходимо организовать. Тема для самостоятельного изучения должна быть плавным переходом от изученного материала к новому. Студенту необходимо прочитать предложенный теоретический материал, разобрать предложенные примеры или задания с решениями и приступить к решению своей задачи.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения учебной дисциплины, рассмотрены через соответствующие знания, умения и владения. Для проверки уровня освоения дисциплины предлагаются вопросы к зачету и индивидуальные задания.

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

Для подготовки к занятиям и выполнения индивидуальной лабораторных работы студентам предоставляется необходимая литература, методические пособия и рекомендации по выполнению в электронном виде. По необходимости проводятся консультации для успешного выполнения индивидуальных работ.