

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

31 июля 2020 г.

Кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор Посвянский Владимир Павлович

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования

Направление подготовки:	09.03.01 – Информатика и вычислительная техника
Профиль:	Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2019

Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 4 30 апреля 2020 г. Председатель учебно-методической комиссии  Н.А. Клычева	Одобрено на заседании кафедры Протокол № 1 27 апреля 2020 г. Доцент  В.Е. Нутович
---	--

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" 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. Методы математического моделирования. Часть 2

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	ПКР-1 Способность выполнять работы и управлять работами по разработке архитектур и прототипов информационных систем (ИС)	ПКР-1.1 Знать инструменты и методы проектирования архитектуры ИС; инструменты и методы верификации архитектуры ИС; возможности ИС; предметную область автоматизации; архитектуру, устройство и функционирование вычислительных систем; коммуникационное оборудование; сетевые протоколы; основы современных операционных систем; основы современных систем управления базами данных; устройство и функционирование современных ИС; современные стандарты информационного взаимодействия систем; программные средства и платформы инфраструктуры информационных технологий организаций; современные подходы и стандарты автоматизации организации (например, CRM, MRP, ERP..., ITIL, ITSM); системы классификации и кодирования информации, в том числе присвоение кодов документам и элементам справочников; отраслевую нормативную техническую документацию; источники информации, необходимой для профессиональной деятельности; современный отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности; основы бухгалтерского учета и отчетности организаций; основы налогового законодательства Российской Федерации; основы управленческого учета; основы международных стандартов финансовой отчетности (МСФО); основы управления торговлей, поставками и запасами; основы организации производства; основы управления персоналом, включая вопросы оплаты труда; основы финансового учета и бюджетирования; основы управления взаимоотношениями с клиентами и заказчиками (CRM); современные инструменты и методы управления организацией, в том числе методы планирования деятельности, распределения поручений, контроля исполнения, принятия решений; методологию ведения документооборота в организациях; инструменты и методы определения финансовых и производственных показателей деятельности организаций; культуру речи; правила деловой переписки. ПКР-1.2 Уметь проектировать архитектуру ИС; проверять (верифицировать) архитектуру ИС; кодировать на языках программирования; тестировать результаты прототипирования; проводить презентации; проводить переговоры. ПКР-1.3 Владеть навыками разработки архитектурной спецификации ИС; согласования архитектурной спецификации ИС с заинтересованными сторонами; разработки прототипа ИС в соответствии с требованиями; тестирования прототипа ИС на проверку корректности архитектурных решений; анализа

№ п/п	Код и название компетенции	Ожидаемые результаты
		результатов тестов; принятие решения о пригодности архитектуры; согласования пользовательского интерфейса с заказчиком.
2	УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Знать принципы поиска информации. УК-1.2 Уметь применять системный подход для решения поставленных задач. УК-1.3 Владеть методом поиска и критического анализа информации. УК-1.4 Способен анализировать основные закономерности физических явлений и процессов.
3	УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Знать принципы научной организации труда. УК-6.2 Уметь выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования. УК-6.3 Владеть методами управления своим временем.

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

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет:

3 зачетных единиц (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 5
Контактная работа	32	32,15
Аудиторные занятия (всего):	32	32
В том числе:		
лекции (Л)	16	16
лабораторные работы (ЛР)(лабораторный практикум) (ЛП)	16	16
Самостоятельная работа (всего)	76	76
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)	ЗаО	ЗаО

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	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	Раздел 1 Введение	1					1	
2	5	Тема 1.1 Общие принципы построения математических моделей. Требования, предъявляемые к математическому моделированию.	1					1	
3	5	Раздел 2 Простейшие модели и основные понятия моделирования	5	2			16	23	ПК1, Индивидуальное домашнее задание.
4	5	Тема 2.1 Простейшие модели и основные понятия моделирования. Элементарные математические модели.	,5					,5	
5	5	Тема 2.2 Примеры моделей, получаемых из фундаментальных законов природы.	,5					,5	
6	5	Тема 2.3 Вариационные принципы и математические модели.	1					1	
7	5	Тема 2.4 Иерархия моделей. Универсальность моделей.	1					1	
8	5	Тема 2.5 Модели нелинейных простейших объектов.	1	2				3	
9	5	Тема 2.6 Модели трудноформализуемых объектов.	1					1	
10	5	Раздел 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями	4	5			24	33	, Индивидуальное домашнее задание.
11	5	Тема 3.1 Модели, заданные дифференциальными уравнениями	1	2				3	
12	5	Тема 3.2 Обыкновенные	,5					,5	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		дифференциальные уравнения как математические модели динамических систем. Логическая структура моделей.							
13	5	Тема 3.3 Построение моделирующих алгоритмов. Языки моделирования.	1	1				2	
14	5	Тема 3.4 Модели, заданные системой n линейных дифференциальных уравнений.	1	2				3	
15	5	Тема 3.5 Анализ покоя, устойчивости и поведения модели. Анализ и интерпретация результатов моделирования на ЭВМ.	,5					,5	
16	5	Раздел 4 Автономные динамические системы	3	4			20	27	ПК2, Индивидуальное домашнее задание.
17	5	Тема 4.1 Автономные динамические системы	,5					,5	
18	5	Тема 4.2 Анализ поведения динамических систем (I порядка) на фазовой плоскости.	,5					,5	
19	5	Тема 4.3 Алгоритм построения фазового портрета.	1	2				3	
20	5	Тема 4.4 Анализа устойчивости линейных автономных динамических систем I порядка	1	2				3	
21	5	Раздел 5 Некоторые модели и их исследование	3	5			16	24	, Индивидуальное домашнее задание.
22	5	Тема 5.1 Некоторые модели и их исследование. Динамика популяции. Уравнения Вольтерра	1	2				3	

№ п/п	Семестр	Тема (раздел) учебной дисциплины	Виды учебной деятельности в часах/ в том числе интерактивной форме						Формы текущего контроля успеваемости и промежу-точной аттестации
			Л	ЛР	ПЗ	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		– Лотка, уравнения Вольтерра – Лотка с логистической поправкой.							
23	5	Тема 5.2 Модель Холлинга – Тэннера, модель выравнивания цен по уровню актива.	1	1				2	
24	5	Тема 5.3 Математическое моделирование сложных объектов	1	2				3	
25	5	Зачет						0	ЗаО
26		Всего:	16	16			76	108	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы предусмотрены в объеме 16 ак. ч.

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
1	5	РАЗДЕЛ 2 Простейшие модели и основные понятия моделирования Тема: Модели нелинейных простейших объектов.	ЛР №1. Модели нелинейных простейших объектов. Модель взаимозачета долгов.	2
2	5	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Модели, заданные дифференциальными уравнениями	ЛР №2. Защита индивидуального задания	2
3	5	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Построение моделирующих алгоритмов. Языки моделирования.	ЛР №3. Метод Рунге – Кутта для решения обыкновенных дифференциальных уравнений.	1
4	5	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Модели, заданные системой n линейных дифференциальных уравнений.	ЛР №4. Метод Рунге – Кутта для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	1
5	5	РАЗДЕЛ 3 Модели, заданные дифференциальными уравнениями Тема: Модели, заданные системой n линейных дифференциальных уравнений.	ЛР №4. Метод Рунге – Кутта для решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений.	1
6	5	РАЗДЕЛ 4 Автономные динамические системы Тема: Алгоритм построения фазового портрета.	ЛР №5. Построение фазового портрета и анализа устойчивости линейных автономных динамических систем второго порядка	1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего ча- сов/ из них часов в интерак- тивной форме
1	2	3	4	5
7	5	РАЗДЕЛ 4 Автономные динамические системы Тема: Алгоритм построения фазового портрета.	ЛР №5. Построение фазового портрета и анализа устойчивости линейных автономных динамических систем второго порядка	1
8	5	РАЗДЕЛ 4 Автономные динамические системы Тема: Анализа устойчивости линейных автономных динамических систем I порядка	ЛР №6. Защита индивидуального задания	2
9	5	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
10	5	РАЗДЕЛ 5 Некоторые модели и их исследование Тема: Модель Холлинга – Тэннера, модель выравнивания цен по уровню актива.	ЛР №8. Защита индивидуального задания	1
11	5	РАЗДЕЛ 5 Некоторые модели и их исследование Тема: Математическое моделирование сложных объектов	ЛР №9. Защита индивидуального задания	2
ВСЕГО:				16 / 0

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.

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 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].	16
2	5	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].	24
3	5	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].	20
4	5	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].	16
ВСЕГО:				76

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 http://www.alleng.ru/d/math/math197.htm	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 http://www.ph4s.ru/	Все разделы
8	Математическое моделирование.	Самарский А.А., Михайлов А.П.	Физматлит, 0 http://crimealib.com/09	Все разделы
9	Качественная теория динамических систем второго порядка	А.А. Андронов, Е.А. Леонович и др.	М, ФИЗМАТ, 1966 http://crimealib.com/09	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)

1. <http://library.mii.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.
2. <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)

Требования к аудиториям (помещениям, кабинетам) для проведения занятий с указанием соответствующего оснащения

необходим компьютерный класс. Рабочие места студентов в компьютерном классе, пакет Mathcad, любой язык программирования (СИ++).

Требования к программному обеспечению при прохождении учебной дисциплины

- языки программирования (например, Си++)

- пакет Matchad Prime.

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

Для проведения аудиторных занятий требуется:

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером.
2. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе со стандартными лицензионными программными продуктами и обязательно пакетом Mathcad версия не ниже 2013, любыми языками программирования.

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 предоставляются необходимая литература, методические пособия и рекомендации по выполнению в электронном виде. По необходимости проводятся консультации для успешного выполнения индивидуальных работ.