

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИУЦТ



С.П. Вакуленко

06 октября 2020 г.



Кафедра «Цифровые технологии управления транспортными процессами»

Автор Филимонов Андрей Матвеевич, д.ф.-м.н., профессор

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математического моделирования

Направление подготовки:	01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль:	Математические модели в экономике и технике
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Год начала подготовки	2017

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии 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 № 2 02 октября 2020 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">В.Е. Нутович</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Москва 2020 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Методы математического моделирования» является ознакомление студентов с основными, наиболее типичными математическими моделями и идеями, встречающимися в современном естествознании и экономике. В курсе основное внимание сосредоточено на тех концепциях, которые встречаются достаточно часто. К таким концепциям можно отнести, во-первых, идею инвариантности законов естествознания относительно выбора систем координат, а во-вторых, дискретные и непрерывные модели (поля и частицы).

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. Дифференциальные уравнения:

Знания: постановки задач для обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики.

Умения: уметь решать основные обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения математической физики.

Навыки: навыки работы с учебной, научной, нормативно-справочной литературой и другими источниками

2.2. Наименование последующих дисциплин

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих учебных дисциплин:

2.2.1. Анализ данных и временные ряды

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 способностью использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой	<p>Знать и понимать: современный математический аппарат, позволяющий развиваться в различных областях науки.</p> <p>Уметь: применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат</p> <p>Владеть: способностью использовать компьютерные технологии в научной и познавательной деятельности</p>
2	ОПК-3 способностью к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям	<p>Знать и понимать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные теоремы и положения методов математического моделирования - основные языки программирования и операционные системы <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строить математические модели, применить на практике результаты математического моделирования - программировать на основных языках <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками аналитического и численного анализа математических моделей - способностью применять в профессиональной деятельности электронные библиотеки и пакеты программ, сетевые технологии
3	ПК-1 способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	<p>Знать и понимать: методы работы с информацией</p> <p>Уметь: использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями</p> <p>Владеть: навыками работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и научных задач</p>

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 7
Контактная работа	44	44,15
Аудиторные занятия (всего):	44	44
В том числе:		
лекции (Л)	30	30
практические (ПЗ) и семинарские (С)	14	14
Самостоятельная работа (всего)	64	64
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, часы:	108	108
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины, зач.ед.:	3.0	3.0
Текущий контроль успеваемости (количество и вид текущего контроля)	КР (1), ПК1, ПК2	КР (1), ПК1, ПК2
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	ЗЧ	ЗЧ

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	7	Раздел 1 Ньютонова механика	5		3/3		10	18/3	
2	7	Тема 1.1 Уравнения Ньютона	2		1/1			3/1	
3	7	Тема 1.2 Одномерные консервативные системы	1		1/1			2/1	
4	7	Тема 1.3 Одномерные системы с трением	2		1/1		10	13/1	
5	7	Раздел 2 Лагранжева механика	4		3/3		12	19/3	
6	7	Тема 2.1 Принцип наименьшего действия в оптике	1		1/1			2/1	
7	7	Тема 2.2 Принцип наименьшего действия в механике	2		1/1			3/1	
8	7	Тема 2.3 Инвариантность уравнения Эйлера	1		1/1		12	14/1	
9	7	Раздел 3 Гамильтонова механика	5		3/3		10	18/3	
10	7	Тема 3.1 Преобразование Лежандра	2		1/1			3/1	
11	7	Тема 3.2 Физический смысл гамильтониана в механике	1		1/1			2/1	
12	7	Тема 3.3 Гамильтонова система уравнений	2		1/1		10	13/1	
13	7	Раздел 4 Дополнительные сведения по дифференциальным уравнениям	5		3/3		12	20/3	
14	7	Тема 4.1 Непрерывная зависимость от параметров	1		1/1			2/1	
15	7	Тема 4.2 Дифференцируемость по параметрам	2		1/1			3/1	

№ 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/ТП	КСР	СР	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16	7	Тема 4.3 Первые интегралы	2		1/1		12	15/1	ПК1, Устный опрос
17	7	Раздел 5 Механика «большого» количества частиц	5		2/2		10	17/2	
18	7	Тема 5.1 Интегральный инвариант	1		1/1			2/1	
19	7	Тема 5.2 Уравнение Лиувилля	2		1/1			3/1	
20	7	Тема 5.3 Бездивергентные системы	2				10	12	ПК2, Устный опрос
21	7	Раздел 6 Математические модели в экономике	6				10	16	
22	7	Тема 6.1 Математическое моделирование динамики стоимости ценных бумаг	2					2	
23	7	Тема 6.2 Модель Блэка- Шоулса	2					2	
24	7	Тема 6.3 система Слуцкого	2				10	12	КР
25	7	Зачет						0	ЗЧ
26		Всего:	30		14/14		64	108/14	

4.4. Лабораторные работы / практические занятия

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

Практические занятия предусмотрены в объеме 14 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	7	РАЗДЕЛ 1 Ньютонова механика Тема: Уравнения Ньютона	ПЗ №1. Уравнения второго порядка	1 / 1
2	7	РАЗДЕЛ 1 Ньютонова механика Тема: Одномерные консервативные системы	ПЗ №2 Системы уравнений.	1 / 1
3	7	РАЗДЕЛ 1 Ньютонова механика Тема: Одномерные системы с трением	ПЗ №3 Физическая интерпретация.	1 / 1
4	7	РАЗДЕЛ 2 Лагранжева механика Тема: Принцип наименьшего действия в оптике	ПЗ №4 Уравнение Эйлера.	1 / 1
5	7	РАЗДЕЛ 2 Лагранжева механика Тема: Принцип наименьшего действия в механике	ПЗ №5 Уравнение Эйлера для нескольких переменных.	1 / 1
6	7	РАЗДЕЛ 2 Лагранжева механика Тема: Инвариантность уравнения Эйлера	ПЗ №6 Уравнение Эйлера для нескольких функций.	1 / 1
7	7	РАЗДЕЛ 3 Гамильтонова механика Тема: Преобразование Лежандра	ПЗ №7 Построение гамильтонианов.	1 / 1
8	7	РАЗДЕЛ 3 Гамильтонова механика Тема: Физический смысл гамильтониана в механике	ПЗ №8 Гамильтонова система уравнений	1 / 1
9	7	РАЗДЕЛ 3 Гамильтонова механика Тема: Гамильтонова система уравнений	ПЗ №9 Оптико-механическая аналогия.	1 / 1

№ п/п	№ семестра	Тема (раздел) учебной дисциплины	Наименование занятий	Всего часов/ из них часов в интерактивной форме
1	2	3	4	5
10	7	РАЗДЕЛ 4 Дополнительные сведения по дифференциальным уравнениям Тема: Непрерывная зависимость от параметров	ПЗ №10,11 Системы в нормальной и симметрической форме.	1 / 1
11	7	РАЗДЕЛ 4 Дополнительные сведения по дифференциальным уравнениям Тема: Дифференцируемость по параметрам	ПЗ №12,13. Производная по параметру и начальным условиям.	1 / 1
12	7	РАЗДЕЛ 4 Дополнительные сведения по дифференциальным уравнениям Тема: Первые интегралы	ПЗ №14,15. Первые интегралы.	1 / 1
13	7	РАЗДЕЛ 5 Механика «большого» количества частиц Тема: Интегральный инвариант	ПЗ №16,17 Уравнение Лиувилля.	1 / 1
14	7	РАЗДЕЛ 5 Механика «большого» количества частиц Тема: Уравнение Лиувилля	ПЗ №18,19. Преобразование функции фазовым потоком.	1 / 1
ВСЕГО:				14/14

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

Курсовые проекты (работы):

1. Анализ характера изменения фазового объема заданной динамической системы
2. Показатели Ляпунова и ляпуновская размерность аттрактора
3. Характер асимптотического поведения заданной нелинейной динамической системы
4. Эргодические свойства динамических систем
5. Ляпуновская размерность и формула Каплана – Йорке
6. Алгоритм Бенеттина вычисления ляпуновских показателей
7. Информационная размерность динамических систем
8. Устойчивость по Пуассону и теорема Пуанкаре
9. Динамические системы с инвариантной мерой.
10. Корреляционная размерность и алгоритм Грассберга – Прокаччия.
11. Исследование странного аттрактора.
12. Определение ляпуновской размерности странного аттрактора
13. Построение отображения Пуанкаре.
14. Анализ характера изменения фазового объема

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Лекции проводятся в традиционной организационной форме, по типу управления познавательной деятельностью и на 70 % являются традиционными классически-лекционными (объяснительно-иллюстративные), и на 30 % с использованием интерактивных (диалоговых) технологий.

Практические занятия организованы с использованием технологий развивающего обучения. Часть практического курса выполняется в виде традиционных практических занятий (объяснительно-иллюстративное решение задач) в объёме 30 часов. Остальная часть практического курса (24 часа) проводится с использованием интерактивных (диалоговых) технологий, в том числе разбор и анализ конкретных ситуаций, электронный практикум (решение проблемных поставленных задач с помощью современной вычислительной техники и исследование моделей).

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 относится отработка отдельных тем и 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 5 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 ситуационных задач, анализ конкретных ситуаций, работа с данными) для оценки умений и навыков. Теоретические знания проверяются путём применения таких организационных форм, как индивидуальные и групповые опросы, контрольные работы.

Проведение занятий по дисциплине 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	7	РАЗДЕЛ 1 Ньютонова механика Тема 3: Одномерные системы с трением	Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1].	10
2	7	РАЗДЕЛ 2 Лагранжева механика Тема 3: Инвариантность уравнения Эйлера	Изучение учебной литературы из приведенных источников: [2].	12
3	7	РАЗДЕЛ 3 Гамильтонова механика Тема 3: Гамильтонова система уравнений	Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1].	10
4	7	РАЗДЕЛ 4 Дополнительные сведения по дифференциальным уравнениям Тема 3: Первые интегралы	Изучение учебной литературы из приведенных источников: [2].	12
5	7	РАЗДЕЛ 5 Механика «большого» количества частиц Тема 3: Бездивергентные системы	Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1].	10
6	7	РАЗДЕЛ 6 Математические модели в экономике Тема 3: система Слуцкого	Изучение учебной литературы из приведенных источников: [2].	10
ВСЕГО:				64

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	Элементы теории математических моделей.	Мышкис А.Д.	М.: Наука, 2009 НТБ МИИТ	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3
2	Прикладная математика для инженеров. Специальные курсы.	Мышкис А.Д.	М.: Оникс 21 век, 2007 НТБ МИИТ	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4
3	Конец неопределенности. Время, Хаос, и Новые законы Природы.	Пригожин И.	Ижевск: R&C, 2009 НТБ МИИТ	Раздел 1, Раздел 4

7.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор (ы)	Год и место издания Место доступа	Используется при изучении разделов, номера страниц
4	Тепловое равновесие по Гиббсу и Пуанкаре.	Козлов В.В.	М.: Изд-во «Факториал-пресс», 2005 НТБ МИИТ	Раздел 2, Раздел 4, Раздел 5
5	Функциональный анализ и его приложения. Учебное пособие	Деркач М.М., Филимонов А.М., Филимонов Д.А.	М.: МИИТ, 2013 НТБ МИИТ	Раздел 1, Раздел 2, Раздел 3, Раздел 4, Раздел 5

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

1. <http://library.miit.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)

При организации обучения по дисциплине 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 понадобиться 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)

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)

Обучение дисциплине предполагает максимальное усвоение материала лекций и практических занятий и предполагает активную роль обучающегося в учебном процессе. 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 системное представление об изучаемом предмете, помочь освоить студенту закономерности развития изучаемой науки, применять полученные знания в конкретных задачах.

Практические занятия связывают теоретический курс с применением его на практике. Задачи практических 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. Практическому занятию 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 составить семестровый и еженедельный планы работы.

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 контрольные опросы, где каждый вариант содержит задания, разработанные в рамках основных тем учебной дисциплины и включающие терминологические задания.

Фонд оценочных средств являются составной частью учебно-методического обеспечения процедуры оценки качества освоения образовательной программы и обеспечивает повышение качества образовательного процесса и входит, как приложение, в состав рабочей программы дисциплины.

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