

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программы специалитета
по специальности
23.05.01 Наземные транспортно-технологические
средства,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основы математического моделирования

Специальность: 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация: Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование

Форма обучения: Очная

Рабочая программа 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: 6216
Подписал: заведующий кафедрой Неклюдов Алексей Николаевич
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование умения находить адекватную замену любого процесса соответствующей математической моделью;
- исследование математических моделей методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о методах составления математических моделей;
- овладение знаниями об исследовании математических моделей на ЭВМ с помощью прикладных программ.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-2 - Способен решать профессиональные задачи с использованием методов, способов и средств получения, хранения и переработки информации; использовать информационные и цифровые технологии в профессиональной деятельности ;

ПК-2 - Способен проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- методы математического моделирования, применяемые в области расчета и исследования средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ;
- методику составления математических моделей.

Уметь:

- разрабатывать математические модели и оценивать их адекватность и точность;
- применять методы математического моделирования и готовые математические модели для решения прикладных задач;
- использовать информационные технологии при исследовании математических моделей.

Владеть:

- навыками разработки математических моделей процессов и явлений средств механизации и автоматизации подъёмно-транспортных, строительных и дорожных работ;

- навыками разработки новых или использования существующих методов решения получающихся математических задач;

- навыками разработки алгоритмов решения и их программной реализации;

- навыками решения задач с использованием современной вычислительной техники и анализа получающихся результатов.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов		
	Всего	Семестр	
		№4	№5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	32	16
Занятия семинарского типа	80	32	48

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 88 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных

условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Общие положения моделирования. Рассматриваемые вопросы: - моделирование как метод научного познания; - основные понятия и определения; - область применения математических моделей.
2	Адекватность и эффективность моделей. Рассматриваемые вопросы: - адекватность модели; - процесс построения модели; - теория подобия; - факторы, влияющие на адекватность модели.
3	Моделирование и подобие в научно-технических исследованиях. Рассматриваемые вопросы: - роль и место моделирования в современном мире; - аналоговое и математическое моделирование; - применение моделирования в обучении и исследованиях.
4	Классификация моделей. Рассматриваемые вопросы: - классификация моделей; - физические модели; - абстрактные модели.
5	Основные этапы математического моделирования. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия математического моделирования; - использование прикладных программ для создания моделей; - этапы математического моделирования.
6	Общие подходы к построению математических моделей. Рассматриваемые вопросы: - классификация математических моделей; - методы решения задач моделирования.
7	Разновидности задач моделирования. Рассматриваемые вопросы: - прямые и обратные задачи моделирования и примеры; - детерминированные и стохастические задачи и примеры этих задач; - линейные и нелинейные задачи.
8	Методы математического программирования. Рассматриваемые вопросы: - классификация методов математического программирования; - области применения различных методов математического программирования.
9	Линейное программирование. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- основные понятия линейного программирования; - примеры решения задач линейного программирования.
10	Нелинейное программирование. Рассматриваемые вопросы: - виды нелинейных моделей; - математическое описание нелинейных моделей; - примеры решения задач нелинейного программирования.
11	Математические модели в виде дифференциальных уравнений. Рассматриваемые вопросы: - математическое описание модели в виде дифференциальных уравнений; - способы исследования модели в виде дифференциальных уравнений; - пример решения для одномассовой механической системы; - модели, заданные в виде уравнений в частных производных.
12	Стохастические модели. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия теории вероятности; - примеры стохастических моделей; - обработка опытных данных.
13	Теория графов. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия теории графов; - области использования моделей в виде графов; - пример модели в виде графа.
14	Искусственный интеллект. Искусственные нейронные сети. Рассматриваемые вопросы: - история возникновения и развитие; - распознавание изображений; - порождающие системы; - искусственные нейронные сети; - области применения искусственного интеллекта.
15	Физическое моделирование. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия физического моделирования; - теория подобия.
16	Основные задачи динамики механических систем и способы их решения. Рассматриваемые вопросы: - общие сведения о динамике механических систем (МС); - классификация МС; - основные задачи динамики МС. - способы решения основных задач динамики МС.
17	Построение расчетных схем механических систем и общие принципы их расчета. Рассматриваемые вопросы: - обозначения на эквивалентных схемах МС; - основные законы динамики; - классификация сил; - принцип Даламбера; - уравнения Лагранжа.
18	Приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС, приведенные жесткости на примере механических систем грузоподъемных машин. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - правила нахождения приведенных сил и моментов сил; - правила нахождения приведенных масс и моментов инерции; - приведение жесткостей; - приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС, приведенные жесткости на примере механических систем грузоподъемных машин.
19	<p>Уравнения движения жёстких механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составления уравнений жестких МС; - пример составления уравнений движения для жесткой МС.
20	<p>Уравнения движения упругих механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составления уравнений упругих МС; - примеры составления уравнений движения для упругих одномассовых и многомассовых МС.
21	<p>Динамические процессы ненагруженных механизмов, при нагружении и после разгона.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уравнения движения для ненагруженных механизмов; - составление уравнений движения при нагружении механизмов.
22	<p>Основы расчета динамики механических систем машин с присоединенной массой и с гибкими звеньями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности динамики машин с гибкими звеньями. - пример составления уравнений движения для конвейера.
23	<p>Динамические расчеты МС с пневматическими и гидравлическими связями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структура и основные элементы пневматических и гидравлических приводов; - особенности составления уравнений динамики для механических систем с пневматическими связями; - особенности составления уравнений динамики для механических систем с гидравлическими связями.
24	<p>Динамические расчеты МС с электрическими связями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структура электрических приводов; - составление уравнений динамики для электрических приводов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Этапы математического моделирования на примере моделирования движения кривошипно-шатунного механизма.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют математическую модель кривошипно-шатунного механизма и исследуют ее на ЭВМ.</p>
2	<p>Точные и численные методы решения математических задач и их использование при моделировании.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются различные методы решения задач с помощью программы MathCAD.</p>
3	<p>Прямые и обратные задачи моделирования.</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	В результате выполнения лабораторной работы рассматривается применение ЭВМ для решения прямых и обратных задач моделирования.
4	<p>Линейное программирование. Транспортная задача.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью встроенных функций Excel и графически, сравнивают результаты решения.</p>
5	<p>Линейное программирование.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью встроенных функций Excel и графически, сравнивают результаты решения.</p>
6	<p>Нелинейное программирование.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты решают нелинейную задачу оптимизации с помощью Excel.</p>
7	<p>Вероятностные модели. Статистические характеристики.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты находят статистические характеристики вероятностной модели.</p>
8	<p>Аппроксимация функций.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы для набора данных находят аппроксимирующие функции различных видов.</p>
9	<p>Модель одномассовой механической системы.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют модель механической системы в виде дифференциальных уравнений и решают уравнения аналитически.</p>
10	<p>Искусственные нейронные сети.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются способы построения нейронных сетей.</p>
11	<p>Составление программы вычисления функции в MathCAD.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют программу в среде MathCAD.</p>
12	<p>Составление программы построения графиков в различных системах координат.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют программу для построения различных типов графиков.</p>
13	<p>Современные способы исследования математических моделей в виде дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с современными программными продуктами, которые позволяют решать дифференциальные уравнения.</p>
14	<p>Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений.</p>
15	<p>Одномассовая механическая система.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы составляется математическая модель для одномассовой механической системы.</p>
16	<p>Моделирование процессов в одномассовой системе.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы математическая модель для одномассовой механической системы исследуется в среде MathCAD.</p>
17	<p>Двухмассовая механическая система.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для двухмассовой МС.</p>
18	<p>Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для двухмассовой МС и исследуется в MathCAD.</p>
19	<p>Составление уравнений динамики для механической системы.</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для заданной преподавателем МС</p>

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	и исследуется в MathCAD.
20	Математическое моделирование процессов в механической системе. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для заданной преподавателем МС и исследуется в MathCAD.
21	Моделирование работы МС с гидравлическими связями. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа гидравлического привода.
22	Моделирование работы МС с электрическими связями. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа электрического привода постоянного тока.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Адекватность моделей (закрепление материала).
2	Этапы математического моделирования (закрепление материала).
3	Применение моделирования в задачах обучения, исследования объектов (подготовка к лабораторному занятию).
4	Методы математического программирования (подготовка к лабораторному занятию).
5	Искусственный интеллект как моделирование мыслительной деятельности человека (подготовка к лекционному занятию).
6	Теория подобия - одна из основ физического моделирования (подготовка к лекционному занятию).
7	Моделирование динамики механических систем (подготовка к лабораторному занятию).
8	Математическое моделирование в среде MathCAD (подготовка к лабораторному занятию).
9	Составление уравнений движения механических систем (закрепление материала).
10	Математические модели механических систем в виде дифференциальных уравнений (закрепление материала).
11	Выполнение курсовой работы.
12	Выполнение расчетно-графической работы.
13	Подготовка к промежуточной аттестации.
14	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем видов работ

1. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Составление уравнений динамики для механической системы и исследование динамических процессов в ней.

2. Реализация численных методов и алгоритмов при математическом

моделировании механических систем.

3. Математическое моделирование механических систем в специализированных прикладных программах.

2. Примерный перечень тем курсовых работ

В рамках курсовой работы выполняется расчет с применением различных методов математического программирования (решаются задачи на линейное программирование, нелинейное программирование, целочисленное программирование, определение статистических характеристик) в соответствии с исходными данными указанными в задании на курсовую работу для следующих видов технических систем:

1. Привод исполнительного механизма поступательного действия.
2. Привод исполнительного механизма вращательного действия.

При выполнении курсовой работы для расчетов используются программы Excel и MathCAD. Все расчеты приводятся в пояснительной записке объемом 25-30 страниц.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Зайцева, Наталья Александровна. Математическое моделирование: [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. спец. "Наземные транспортно-технологические средства" / Н. А. Зайцева ; РУТ (МИИТ). Каф. "Путевые, строительные машины и робототехнические комплексы". - М. : РУТ(МИИТ), 2017. - 110 с.	URL: http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-304.pdf (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.
2	Зализняк, В. Е. Введение в математическое	URL: https://urait.ru/bcode/488304 (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.

	<p>моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133с.</p>	
3	<p>Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко. — Санкт- Петербург : Лань, 2022. — 116 с.</p>	<p>URL: https://e.lanbook.com/book/179025 (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.</p>
4	<p>Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 450 с.</p>	<p>URL: https://urait.ru/bcode/489154 (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.</p>
5	<p>Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD: учебное пособие / В. А. Охорзин. — 3-е изд., стер. — Санкт- Петербург : Лань, 2021. — 352 с.</p>	<p>URL: https://e.lanbook.com/book/167771 (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.</p>
6	<p>Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 343 с.</p>	<p>URL: https://urait.ru/bcode/488217 (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.</p>
7	<p>Доев, В. С. Сборник заданий по теоретической механике на базе MATHCAD: учебное пособие для спо / В. С.</p>	<p>URL: https://e.lanbook.com/book/152468 (дата обращения: 07.03.2022). - Текст: электронный.</p>

Доев, Ф. А. Доронин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с.	
---	--

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miit.ru/>)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>),

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>),

«Техэксперт» — справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию (<https://docs.cntd.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<http://e.lanbook.com/>)

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>)

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Office (Word, Excel); MathCAD

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

4. Компьютерный класс для проведения лабораторных занятий.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Наземные транспортно-
технологические средства»

Н.А. Зайцева

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС
Председатель учебно-методической
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин