

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: 01.06.2023

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. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|--|
| 9 | <p>Линейное программирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия линейного программирования; - примеры решения задач линейного программирования. |
| 10 | <p>Нелинейное программирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды нелинейных моделей; - математическое описание нелинейных моделей; - примеры решения задач нелинейного программирования. |
| 11 | <p>Математические модели в виде дифференциальных уравнений.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 | <p>Стохастические модели.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия теории вероятности; - примеры стохастических моделей; - обработка опытных данных. |
| 13 | <p>Теория графов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия теории графов; - области использования моделей в виде графов; - пример модели в виде графа. |
| 14 | <p>Искусственный интеллект. Искусственные нейронные сети.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - история возникновения и развитие; - распознавание изображений; - порождающие системы; - искусственные нейронные сети; - области применения искусственного интеллекта. |
| 15 | <p>Физическое моделирование.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные понятия физического моделирования; - теория подобия. |
| 16 | <p>Основные задачи динамики механических систем и способы их решения.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие сведения о динамике механических систем (МС); - классификация МС; - основные задачи динамики МС. - способы решения основных задач динамики МС. |
| 17 | <p>Построение расчетных схем механических систем и общие принципы их расчета.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обозначения на эквивалентных схемах МС; - основные законы динамики; - классификация сил; - принцип Даламбера; - уравнения Лагранжа. |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|-------|---|
| 18 | <p>Приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС, приведенные жесткости на примере механических систем грузоподъемных машин.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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 жестких 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> |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|--|
| | В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются различные методы решения задач с помощью программы MathCAD. |
| 3 | Прямые и обратные задачи моделирования. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается применение ЭВМ для решения прямых и обратных задач моделирования. |
| 4 | Линейное программирование. Транспортная задача. В результате выполнения лабораторной работы студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью встроенных функций Excel и графически, сравнивают результаты решения. |
| 5 | Линейное программирование. В результате выполнения лабораторной работы студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью встроенных функций Excel и графически, сравнивают результаты решения. |
| 6 | Нелинейное программирование. В результате выполнения лабораторной работы студенты решают нелинейную задачу оптимизации с помощью Excel. |
| 7 | Вероятностные модели. Статистические характеристики. В результате выполнения лабораторной работы студенты находят статистические характеристики вероятностной модели. |
| 8 | Аппроксимация функций. В результате выполнения лабораторной работы для набора данных находят аппроксимирующие функции различных видов. |
| 9 | Модель одномассовой механической системы. В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют модель механической системы в виде дифференциальных уравнений и решают уравнения аналитически. |
| 10 | Искусственные нейронные сети. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются способы построения нейронных сетей. |
| 11 | Составление программы вычисления функции в MathCAD. В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют программу в среде MathCAD. |
| 12 | Составление программы построения графиков в различных системах координат. В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют программу для построения различных типов графиков. |
| 13 | Современные способы исследования математических моделей в виде дифференциальных уравнений. В результате выполнения лабораторной работы студенты знакомятся с современными программными продуктами, которые позволяют решать дифференциальные уравнения. |
| 14 | Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений. |
| 15 | Одномассовая механическая система. В результате выполнения лабораторной работы составляется математическая модель для одномассовой механической системы. |
| 16 | Моделирование процессов в одномассовой системе. В результате выполнения лабораторной работы математическая модель для одномассовой механической системы исследуется в среде MathCAD. |
| 17 | Двухмассовая механическая система. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для двухмассовой МС. |
| 18 | Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для двухмассовой МС и |

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| | исследуется в MathCAD. |
| 19 | Составление уравнений динамики для механической системы. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для заданной преподавателем МС 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. | URL: https://urait.ru/bcode/488304 (дата обращения: 07.03.2022). - |

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

| | | |
|--|---|--|
| | <p>МАТНСАД: учебное пособие для спо / В. С. Доев, Ф. А. Доронин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с.</p> | |
|--|---|--|

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