

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 бакалавриата
по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной РУТ (МИИТ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Компьютерное моделирование робототехнических систем

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация
технологических процессов

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: 610876
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Григорьев Павел
Александрович
Дата: 01.06.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

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

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о методах составления математических моделей РТС;
- 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-4 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.;

ОПК-6 - Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий.;

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

Знать:

- методы математического моделирования, применяемые в области расчета и исследования робототехнических комплексов;
- 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

робототехнических комплексов;

- 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 4 з.е. (144 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 | |
| | | №6 | №7 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 96 | 48 | 48 |
| В том числе: | | | |
| Занятия лекционного типа | 32 | 16 | 16 |
| Занятия семинарского типа | 64 | 32 | 32 |

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 48 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; - роль и место моделирования в проектировании РТС. |
| 2 | Адекватность и эффективность моделей. Классификация моделей. Рассматриваемые вопросы: - адекватность модели; - процесс построения модели; - теория подобия; - факторы, влияющие на адекватность модели; - классификация моделей. |
| 3 | Основные этапы математического моделирования. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия математического моделирования; - классификация математических моделей; - использование прикладных программ для создания моделей; - этапы математического моделирования. |
| 4 | Разновидности задач моделирования. Методы математического программирования. Рассматриваемые вопросы: - прямые и обратные задачи моделирования и примеры; - детерминированные и стохастические задачи и примеры этих задач; - линейные и нелинейные задачи; - классификация методов математического программирования. |
| 5 | Линейное программирование. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия линейного программирования; - примеры решения задач линейного программирования |
| 6 | Нелинейное программирование. Рассматриваемые вопросы: - виды нелинейных моделей; - математическое описание нелинейных моделей; - примеры решения задач нелинейного программирования для РТК. |
| 7 | 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. |
| 8 | Стохастические модели. Рассматриваемые вопросы: - основные понятия теории вероятностей; - примеры стохастических моделей; - обработка опытных данных. |
| 9 | Искусственный интеллект и его использование в РТС. Рассматриваемые вопросы: |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание |
|----------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - история возникновения и развития искусственного интеллекта; - системы технического зрения; - распознавание и анализ изображений; - искусственные нейронные сети. |
| 10 | <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. |
| 11 | <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. |
| 12 | <p>Приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила нахождения приведенных сил и моментов сил; - привиланахождения приведенных масс и моментов инерции; - приведение жесткостей; - приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС, приведенные жесткости на примере механической системы качания руки робота. |
| 13 | <p>Уравнения движения жёстких механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уравнения движения для ненагруженных механизмов; - составление уравнений движения при нагружении механизмов; - примеры составления уравнений движения для электрических приводов роботов. |
| 14 | <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; - примеры составления уравнений движения для электрических приводов роботов. |
| 15 | <p>Основы расчета динамики робототехнических систем 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. |
| 16 | <p>Динамические расчеты МС с гидравлическими, пневматическими и электрическими связями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности составления уравнений динамики для механических систем с гидравлическими связями; - особенности составления уравнений динамики для механических систем с пневматическими связями; - особенности составления уравнений динамики для механических систем с электрическими связями. |

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание |
|----------|---|
| 1 | Точные и численные методы решения математических задач и их использование при моделировании. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются различные методы решения задач с помощью программы Mathcad. |
| 2 | Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений. |
| 3 | Моделирование процессов в одномассовой системе. В результате выполнения лабораторной работы математическая модель для одномассовой механической системы исследуется в среде MathCAD. |
| 4 | Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе. В результате выполнения лабораторной работы модель двухмассовой МС исследуется в MathCAD. |
| 5 | Составление уравнений динамики для механической системы. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для заданной преподавателем МС и исследуется в MathCAD. |
| 6 | Математическое моделирование процессов в механической системе. В результате выполнения лабораторной работы движение МС моделируется и исследуется в MathCAD. |
| 7 | Моделирование работы МС с гидравлическими связями. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа гидравлического привода. |
| 8 | Моделирование работы МС с электрическими связями. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа электрического привода постоянного тока. |

Практические занятия

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|--|
| 1 | Этапы математического моделирования на примере моделирования движения кривошипно-шатунного механизма. В результате выполнения практического занятия студенты составляют математическую модель кривошипно-шатунного механизма и исследуют ее на ЭВМ в программе Excel. |
| 2 | Точные и численные методы решения математических задач и их использование при моделировании. В результате выполнения практического занятия рассматриваются различные методы решения задач с помощью программы Mathcad. |
| 3 | Прямые и обратные задачи моделирования. В результате выполнения практического занятия рассматривается применение ЭВМ для решения прямых и обратных задач моделирования. |
| 4 | Составление математической модели с применением фундаментальных законов природы. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление математических моделей с применением законов сохранения энергии, материи, импульса. |
| 5 | Составление математической модели с применением вариационных принципов. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление математических моделей для механической системы с применением принципа Гамильтона . |
| 6 | Составление математической модели с применением аналогий. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление математических |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|----------|---|
| | моделей с применением аналогий. |
| 7 | <p>Математическое моделирование физических процессов.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматриваются математические модели различных по приводу физических процессов.</p> |
| 8 | <p>Линейное программирование.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью Excel.</p> |
| 9 | <p>Нелинейное программирование.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматривается решение задачи нелинейного программирования в Mathcad.</p> |
| 10 | <p>Модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматривается составление уравнений динамики для механической системы и аналитические способы решения этих уравнений.</p> |
| 11 | <p>Модели в виде дифференциальных уравнений в частных производных.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматриваются модели в частных производных на примере теплопередачи.</p> |
| 12 | <p>Вероятностные модели. Статистические характеристики.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты находят статистические характеристики вероятностной модели.</p> |
| 13 | <p>Аппроксимация функций.</p> <p>В результате выполнения практического занятия для набора данных находят аппроксимирующие функции различных видов.</p> |
| 14 | <p>Универсальность математических моделей.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты рассматривают процессы колебаний в объектах различной природы и убеждаются в том, что несмотря на разную сущность объектов, им соответствуют изоморфные математические модели.</p> |
| 15 | <p>Искусственные нейронные сети.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматриваются способы построения нейронных сетей.</p> |
| 16 | <p>Современные способы исследования математических моделей в виде дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты знакомятся с современными программными продуктами, которые позволяют решать дифференциальные уравнения.</p> |
| 17 | <p>Составление программы вычисления функции в Mathcad.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты составляют программу в среде Mathcad.</p> |
| 18 | <p>Составление программы построения графиков в различных системах координат.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты составляют программу для построения различных типов графиков.</p> |
| 19 | <p>Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений.</p> |
| 20 | <p>Применение иерархического подхода к составлению модели механической системы РТС.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты составляют для механической системы одномассовую и двухмассовую модели.</p> |
| 21 | <p>Решение системы дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения практического занятия составляется математическая модель для одномассовой механической системы и исследуется в среде MathCAD.</p> |

| № п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание |
|-------|--|
| 22 | Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе. В результате выполнения практического занятия составляется модель для двухмассовой МС и исследуется в MathCAD. |
| 23 | Математическое моделирование процессов в механической системе. В результате выполнения практического занятия составляется модель для заданной преподавателем МС и исследуется в MathCAD. |

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы |
|-------|--|
| 1 | Подготовка к практическим занятиям |
| 2 | Изучение дополнительной литературы |
| 3 | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 4 | Подготовка к текущему контролю. |

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

| № п/п | Библиографическое описание | Место доступа |
|-------|---|--|
| 1 | Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 125 с. | URL: https://urait.ru/bcode/558307 (дата обращения: 07.04.2024). - Текст: электронный. |
| 2 | Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С.. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с. | URL: https://e.lanbook.com/book/200381 (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный. |
| 3 | Воскобойников, Ю. Е. Статистический анализ экспериментальных данных в пакетах MathCAD и Excel: учебное пособие для вузов / Ю. Е. Воскобойников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212с. | URL: https://e.lanbook.com/book/179025 (дата обращения: 07.04.2023). - 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: 07.04.2023). - 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: 07.04.2023). - Текст: электронный. |
| 6 | Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для | URL: https://urait.ru/bcode/488217 (дата обращения: 07.04.2023). - |

| | | |
|---|--|---|
| | академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 343 с. | Текст: электронный. |
| 7 | Доев, В. С. Сборник заданий по теоретической механике на базе MATHCAD: учебное пособие для спо / В. С. Доев, Ф. А. Доронин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с. | URL: https://e.lanbook.com/book/152468 (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный. |

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>).

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

Электронно-библиотечная система Cyberleninka.ru (<https://cyberleninka.ru/>).

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

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

Электронно-библиотечная система Znanium (<http://znanium.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.

2. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

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

4. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

5. Компьютерный класс с предустановленным ПО.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6, 7 семестрах.

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:

и.о. заведующего кафедрой НТТС
Председатель учебно-методической
комиссии

П.А. Григорьев

С.В. Володин