

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 первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Моделирование и исследование робототехнических комплексов

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: 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 процесса в РТК соответствующей математической моделью;
- исследование математических моделей РТК методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о методах составления математических моделей РТК;
- 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):	80	48	32
В том числе:			
Занятия лекционного типа	32	16	16
Занятия семинарского типа	48	32	16

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 64 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: <ul style="list-style-type: none">- моделирование как метод научного познания;- основные понятия и определения;- область применения математических моделей;- роль и место моделирования в проектировании РТК.
2	Адекватность и эффективность моделей. Классификация моделей. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none">- адекватность модели;- процесс построения модели;- теория подобия;- факторы, влияющие на адекватность модели;- классификация моделей.
3	Основные этапы математического моделирования. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none">- классификация математических моделей;- использование прикладных программ для создания моделей;- этапы математического моделирования.
4	Разновидности задач моделирования. Методы математического программирования. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none">- 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: <ul style="list-style-type: none">- основные понятия линейного программирования;- примеры решения задач линейного программирования.
6	Нелинейное программирование. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none">- виды нелинейных моделей;- математическое описание нелинейных моделей;- примеры решения задач нелинейного программирования для РТК.
7	Математические модели в виде дифференциальных уравнений. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none">- математическое описание модели в виде дифференциальных уравнений;- пример решения для одномассовой механической системы;- модели, заданные в виде уравнений в частных производных.
8	Стохастические модели. Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none">- основные понятия теории вероятностей;- примеры стохастических моделей;- обработка опытных данных.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
9	<p>Искусственный интеллект и его использование в РТК.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <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; - правила нахождения 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 жестких механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составление уравнений жестких МС; - пример составления уравнений движения для жесткой робота с цилиндрической системой координат.
14	<p>Уравнения движения упругих механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составление уравнений упругих МС; - примеры составления уравнений движения для упругих одномассовых и многомассовых МС.
15	<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.
16	<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.
17	<p>Динамические расчеты МС с гидравлическими, пневматическими и электрическими связями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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.

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 рассматриваются прямые и обратные задачи, решаемые при моделировании РТС.
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 моделей с применением аналогий.
7	Математическое моделирование физических процессов. В результате выполнения практического задания рассматриваются математические модели различных по приводу физических процессов.
8	Линейное программирование. В результате выполнения практического занятия студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью Excel.
9	Нелинейное программирование. В результате выполнения практического занятия рассматривается решение задачи нелинейного программирования в Mathcad.
10	Модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление уравнений динамики для механической системы и аналитические способы решения этих уравнений.
11	Модели в виде дифференциальных уравнений в частных производных. В результате выполнения практического занятия рассматривается модели в частных производных на примере теплопередачи.
12	Вероятностные модели. Статистические характеристики.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения практического занятия студенты находят статистические характеристики вероятностной модели.
13	Аппроксимация функций. В результате выполнения практического занятия для набора данных находят аппроксимирующие функции различных видов, проводят их сравнение.
14	Универсальность математических моделей. 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.
15	Искусственные нейронные сети. В результате выполнения практического занятия рассматриваются способы построения нейронных сетей.
16	Современные способы исследования математических моделей в виде дифференциальных уравнений. В результате выполнения практического занятия студенты знакомятся с современными программными продуктами, которые позволяют решать дифференциальные уравнения.
17	Составление программы вычисления функции в Mathcad. В результате выполнения практического занятия студенты составляют программу в среде Mathcad.
18	Составление программы построения графиков в различных системах координат. В результате выполнения практического занятия студенты составляют программу для построения различных типов графиков.
19	Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD. В результате выполнения практического занятия рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений.
20	Применение иерархического подхода к составлению модели механической системы РТС. В результате выполнения практического занятия студенты составляют для механической системы одномассовую и двухмассовую модели.
21	Решение системы дифференциальных уравнений. В результате выполнения практического занятия составляется математическая модель для одномассовой механической системы и исследуется в среде MathCAD.
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	<p>Зайцева, Н. А. Математическое моделирование: 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</p>	<p>URL: http://195.245.205.32:8087/jirbis2/books/scanbooks_new/metod/DC-304.pdf (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.</p>
2	<p>Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133с.</p>	<p>URL: https://urait.ru/bcode/488304 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.</p>
3	<p>Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С.. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с.</p>	<p>URL: https://e.lanbook.com/book/200381 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.</p>
4	<p>Воскобойников, Ю. Е. Статистический анализ экспериментальных данных в пакетах MathCAD и Excel: учебное пособие для вузов / Ю. Е. Воскобойников. — Санкт-Петербург :</p>	<p>URL: https://e.lanbook.com/book/179025 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.</p>

	Лань, 2021. — 212с.	
5	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: 21.04.2023). - Текст: электронный.
6	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: 21.04.2023). - Текст: электронный.
7	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: 21.04.2023). - Текст: электронный.
8	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: 21.04.2023). - 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>)

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

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс»

(<http://www.consultant.ru/>)

«Гарант» (<http://www.garant.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.

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:

Заведующий кафедрой НТТС
Председатель учебно-методической
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин