

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 магистратуры
по направлению подготовки
23.04.02 Наземные транспортно-технологические
комплексы,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математическое и компьютерное моделирование НТТК

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-
технологические комплексы

Направленность (профиль): Наземные транспортные комплексы

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 углубленных профессиональных знаний о математическом моделировании;
- формирование умения находить адекватную замену любого процесса соответствующей математической моделью,
- исследование математических моделей НТТК методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о методах составления математических моделей различных систем НТТК;
- овладение знаниями об исследовании математических моделей на ЭВМ с помощью прикладных программ;
- формирование представлений у студентов о методах исследования НТТК с помощью компьютерного моделирования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-5 - Способен применять инструментарий формализации научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования систем и процессов;

ПК-2 - Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и со-здания комплексов на их базе;

ПК-3 - Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию технологических процессов транспортного производства, решать вопросы реализации результатов исследований и разработок, готовить научные публикации;

ПК-4 - Способен анализировать и рассчитывать основные элементы конструкции и экспериментальным путем выбирать тип транспортно-технологических машин под конкретные задачи.

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;
- основные методы, позволяющие обрабатывать результаты экспериментальных исследований наземных транспортно-технологических комплексов;
- методы интерпритации результатов моделирования для совершенствования и модернизации наземных транспортно-технологических комплексов.

Уметь:

- разрабатывать математические модели и оценивать их адекватность и точность;
- применять методы математического моделирования и готовые - математические модели для решения прикладных задач;
- использовать полученные знания при создании и модернизации сложных систем НТТК;
- использовать вычислительную технику и информационные технологии при решении задач компьютерного моделирования.

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 12 з.е. (432 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	
		№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	108	80	28
В том числе:			
Занятия лекционного типа	46	32	14
Занятия семинарского типа	62	48	14

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 324 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; - этапы математического моделирования.
2	Моделирование и подобие в научно-технических исследованиях. Рассматриваемые вопросы: - моделирование в современном мире; - математическое моделирование; - применение моделирования при исследованиях НТТК.
3	Общие подходы к построению моделей и классификация моделей.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы решения задач моделирования; - классификация моделей; - физические модели.
4	<p>Методы математического программирования, используемые при исследовании НТТК.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация методов математического программирования; - линейные и нелинейные модели; - модели в виде дифференциальных уравнений; - области применения различных методов математического программирования.
5	<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 и способы их решения.
6	<p>Схемы механических систем и подготовка к построению математической модели МС.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обозначения на эквивалентных схемах МС; - основные законы динамики; - приведение сил и моментов сил, масс и моментов инерции, приведение жесткостей.
7	<p>Уравнения движения механических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составление уравнений движения жестких МС; - составление уравнений движения упругих МС; - составление уравнений движения МС с гибкими звеньями.
8	<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; - уравнения движения нагруженных механизмов; - составление уравнений движения при нагружении механизмов в процессе работы.
9	<p>Структурные схемы электрических приводов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение момента инерции и электромеханической постоянной времени электродвигателя; - индуктивность обмоток машины постоянного тока и электромагнитная постоянная времени; - структурные схемы и передаточные функции электроприводов постоянного тока; - структурные схемы и передаточные функции электроприводов с асинхронными двигателями; - параметры и передаточные функции преобразователей в системах преобразователь-двигатель.
10	<p>Модели для исследования динамики электромеханических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Переходные процессы в электромеханических системах; - время пуска и торможения электропривода; - переходные процессы в приводах с двигателем постоянного тока; - переходные процессы в приводах с двигателями переменного тока.
11	<p>Математические модели следящих систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структурная схема и классификация следящих электроприводов; - математическая модель следящего привода;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - методы исследования математической модели привода - частотные показатели качества; - анализ и построение желаемых ЛАЧХ и ФЧХ следящей системы.
12	<p>Следящий электропривод и его математическое описание.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - следящий электропривод постоянного тока непрерывного действия с электромашинным усилителем; - следящий электропривод постоянного тока релейного действия; - следящий электропривод переменного тока.
13	<p>Математическая модель гидропривода с дроссельным регулированием скорости.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обобщенная схема гидропривода дроссельного регулирования; - допущения, принимаемые при моделировании; - математические модели двигателя, дросселирующего распределителя; - учет потерь давления; - силы, действующие на привод.
14	<p>Математическая модель гидропривода с объемным регулированием.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обобщенная схема гидропривода объемного регулирования; - допущения, принимаемые при моделировании; - линеаризованная математическая модель.
15	<p>Учет в математической модели гидравлического привода вида сигнала управления.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - гидропривод с позиционной СУ; - релейные гидроприводы; - гидроприводы с непрерывным управлением.
16	<p>Исследование и выбор параметров электрогидравлических следящие системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрогидравлические следящие системы дроссельного регулирования; - электрогидравлические следящие системы объемного регулирования.
17	<p>Математическая модель пневматического привода.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - схемы управления пневматическими приводами; - допущения, принимаемые при составлении модели; - вывод уравнений динамики пневмопривода.
18	<p>Математические модели пневматических приводов различных типов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приводы двустороннего действия; - приводы одностороннего действия; - учет в модели теплообмена с окружающей средой.
19	<p>Выбор параметров пневматических приводов на основе математического моделирования.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ динамики и выбор параметров пневмопривода с остановом по упорам; - выбор параметров пневмопривода с позиционной системой управления.
20	<p>Электропневматические следящие системы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электропневматические следящие системы; - линейная модель пневматического привода; - устойчивость и корректировка характеристик следящего пневмопривода.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование МС с жесткими звеньями. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель жесткой механической системы и выполняется компьютерное моделирование поведения системы при различных параметрах МС.
2	Исследование МС с упругими звеньями. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель механической системы и выполняется компьютерное моделирование ее поведения при различных параметрах МС.
3	Исследование МС с гибкими звеньями. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель механической системы механизма подъема тельфера и выполняется компьютерное моделирование поведения системы при различных параметрах.
4	Уравнения движения механизмов. В результате выполнения лабораторной работы исследуется поведение МС при различных видах нагружения.
5	Структурные схемы и передаточные функции электроприводов постоянного тока. В результате выполнения лабораторной работы моделируют переходные процессы в приводе постоянного тока.
6	Структурные схемы и передаточные функции электроприводов постоянного тока. В результате выполнения лабораторной работы моделируют переходные процессы в приводе переменного тока.
7	Следящие электроприводы. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа следящего электропривода привода.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Моделирование: основные понятия и определения. В результате выполнения практического задания рассматриваются основные понятия математического и компьютерного моделирования.
2	Применение моделирования при исследованиях НТТК. В результате выполнения практического задания рассматривается применение математического и компьютерного моделирования при разработке и исследовании НТТК.
3	Построение математических моделей. В результате выполнения практического задания рассматриваются принципы построения математических моделей.
4	Линейное программирование. В результате выполнения практического задания рассматриваются линейные задачи и особенности их решения.
5	Нелинейное программирование. В результате выполнения практического задания рассматриваются нелинейные задачи.
6	Исследование динамики механических систем. В результате выполнения практического задания рассматриваются задачи, решаемые при исследовании динамики МС.
7	Составление уравнений движения жестких МС. В результате выполнения практического задания рассматриваются составление модели для жесткой МС.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
8	Составления уравнений движения упругих МС. В результате выполнения практического задания рассматриваются составление модели для МС с упругими связями.
9	Составление уравнений движения МС с гибкими звеньями. В результате выполнения практического задания рассматриваются составление модели для МС, в которые входят гибкие звенья.
10	Уравнения движения механизмов. В результате выполнения практического задания составляются модели при различных видах нагружения механизма.
11	Структурные схемы и передаточные функции электроприводов постоянного тока. В результате выполнения практического задания рассматриваются передаточные функции для элементов электропривода постоянного тока и структурная схема привода.
12	Структурные схемы и передаточные функции электроприводов переменного тока. В результате выполнения практического задания рассматриваются передаточные характеристики элементов привода переменного тока.
13	Математическая модель следящего привода. В результате выполнения практического занятия рассматривается математическая модель следящего электропривода.
14	Динамика гидропривода дроссельного регулирования. В результате выполнения практического задания рассматриваются уравнения, описывающие динамику гидравлического привода с дроссельным регулированием скорости.
15	Динамика гидропривода объемного регулирования. В результате выполнения практического задания рассматриваются передаточные функции элементов объемного гидропривода и исследование его динамики.
16	Следящие гидроприводы. В результате выполнения практического задания рассматриваются следящие гидроприводы.
17	Выбор параметров гидравлических приводов. В результате выполнения практического задания рассматривается методика выбора параметров гидропривода при различных способах регулирования.
18	Динамика пневматических приводов. В результате выполнения практического задания рассматриваются составление уравнений динамики для различных типов пневматических приводов.
19	Выбор параметров пневматических приводов. В результате выполнения практического задания рассматривается выбор параметров пневматических приводов при различных системах управления по результатам математического моделирования.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Исследование динамики механической системы с упругими звеньями.
2. Исследование динамики механической системы с гибкими звеньями.
3. Исследования электромеханической системы постоянного тока.
4. Исследования электромеханической системы переменного тока.
5. Исследование следящего электропривода.
6. Исследование динамики манипуляционных систем.
7. Исследование динамики транспортных средств на неровных поверхностях.
8. Исследование динамики систем с активным управлением.
9. Исследование электромеханических систем с обратной связью.
10. Исследование динамики систем с нелинейными элементами.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Пашков, Е. В. Следящие приводы промышленного технологического оборудования : учебное пособие / Е. В. Пашков, В. А. Крамарь, А. А. Кабанов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 368 с.	https://e.lanbook.com/book/168799 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Лозовецкий, В. В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин : учебное пособие / В. В. Лозовецкий. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 560 с.	https://e.lanbook.com/book/210929 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Фролов, Ю. М. Проектирование электропривода промышленных механизмов : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с.	https://e.lanbook.com/book/211517 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Трифонова, Г. О. Гидропневмопривод: следящие системы приводов : учебное пособие для вузов / Г. О. Трифонова, О. И. Трифонова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 140 с.	https://urait.ru/bcode/542977
5	Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода в Simulink : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 306 с.	https://urait.ru/bcode/540939
6	Иванов, В. К. Моделирование мехатронных систем :	https://e.lanbook.com/book/188837

	учебное пособие / В. К. Иванов, В. Е. Макаров, К. Н. Никоноров ; под общей редакцией В. К. Иванова. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2021. — 122 с.	
7	Глотова, М. Ю. Математическая обработка информации : — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 347 с.	https://urait.ru/bcode/413002
8	Ковыршин, С. В. Моделирование гидро- и пневмопривода в средах FluidSim и Siemens Simatic STEP 7 : учебное пособие / С. В. Ковыршин, С. П. Круглов, А. В. Лившиц. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	https://e.lanbook.com/book/200135
9	Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Маликов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15279-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт	https://urait.ru/bcode/544601
10	Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С.. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с.	https://e.lanbook.com/book/200381
11	Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие для вузов / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 306 с.	https://urait.ru/bcode/534789

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/>).

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

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

Электронно-библиотечная система [Znanium](http://znanium.ru/) (<http://znanium.ru/>).

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

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.
Microsoft Office.
Microsoft Project.

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.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 3 семестре.

Экзамен в 3, 4 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