

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)

Приводы и системы управления 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:

- знакомство студентов с основами функционирования привод машин различного типа;
- изучение принципа действия, устройства, технических характеристик приводов, используемых в НТТК, и требований, предъявляемых к ним.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение студентами основными приемами проектирования приводов НТТК;
- формирование устойчивого комплекса знаний о принципах математического моделирования приводов НТТК;
- получение системного представления о методике и принципах исследования параметров и оптимизации приводов НТТК;
- формирование у студентов представления о возможных путях совершенствования приводов НТТК.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

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;

ПК-7 - Способен к разработке конструкции, конструкторской документации, проведению динамических, геометрических, прочностных расчетов и расчетов надежности узлов, агрегатов и систем.

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

Знать:

- устройство узлов и деталей приводов НТТК;
- принципы взаимодействия узлов и деталей приводов НТТК;
- методы расчета приводов НТТК;
- методы математического моделирования и исследования приводов НТТК.

Уметь:

- осуществлять математическое описание взаимодействия узлов и деталей приводов НТТК;
- применять методы расчета приводов НТТК;
- моделировать приводы НТТК для их последующей оптимизации;
- определять направления модернизации и выбор технических решений для приводов НТТК.

Владеть:

- навыками расчетов параметров приводов НТТК;
- навыками подбора элементов приводов НТТК в зависимости от режима нагружения;
- навыками составления математических моделей НТТК;
- навыками анализа параметров приводов для модернизации.

3. Объем дисциплины (модуля).**3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 10 з.е. (360 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	
		№2	№3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	112	64	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	64	48	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 248 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	<p>Механическая часть электрического, гидравлического и пневматического привода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кинематические и расчетные схемы механической части электрического, гидравлического и пневматического привода; - определение параметров элементов механической части привода; - упрощение расчетных схем.
2	<p>Уравнения движения механической части электропривода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структурные схемы механической части привода; - уравнения движения механизмов с переменным соотношением между скоростями рабочего органа и двигателя; - расчет резонансных частот многомассовой механической системы; - параметрические возмущения в механической части приводов.
3	<p>Установившиеся и переходные режимы механической части привода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация режимов работы привода; - статический режим; - установившиеся динамические режимы механической части привода; - переходные процессы механической части; - механические переходные процессы в двухмассовой системе; - динамические нагрузки механических систем.
4	<p>Оптимизация передаточного числа механизмов с вращательным движением исполнительного органа</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбор оптимального передаточного числа для обеспечения максимального быстродействия; - выбор передаточного числа из условия получения минимальной массы привода.
5	<p>Электрические двигатели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - классификация электродвигателей;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- особенности математического описания процессов электромеханического преобразования энергии в электрических машинах.
6	Гидравлические машины Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - принцип действия и определения гидро- и пневмопривода; - гидравлические сопротивления; - принцип работы и конструкции гидромашин; - математическое описание процессов гидро-механического преобразования энергии; - режимы гидромеханического преобразования энергии; - структурные схемы гидродвигателей.
7	Пневматические двигатели Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - основы газодинамики; - пневмомеханические свойства пневмоцилиндров; - источники энергопитания гидроприводов.
8	Управляющие элементы гидравлического и пневматического привода Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - дроссели; - регуляторы давления; - электрогидравлические усилители мощности.
9	Динамические режимы разомкнутых систем привода Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - критерии оптимизации и методы анализа динамических режимов систем привода; - обобщенная система электрического, гидравлического и пневматического привода с линеаризованной механической характеристикой; - установившиеся динамические режимы привода с линейной механической характеристикой двигателя и жесткой механической связью.
10	Переходные процессы в приводах Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - переходные процессы систем привода с линейной механической характеристикой двигателя при скачкообразном изменении задающих и возмущающих воздействий; - переходные процессы при плавном изменении управляющего фактора привода с линейной механической характеристикой; - переходные процессы с асинхронными короткозамкнутыми двигателями; - расчет переходных процессов при нелинейных механических характеристиках двигателя и механизма; - переходные процессы электропривода с синхронными двигателями.
11	Разомкнутые системы регулируемого электропривода Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - электропривод по системе генератор – двигатель; - электропривод по системе тиристорный преобразователь – двигатель; - электропривод по системе широтно-импульсный преобразователь – двигатель; - система преобразователь частоты – асинхронный двигатель; - регулирование скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов; - регулирование скорости асинхронных двигателей в каскадных схемах; - системы электропривода с вентильными двигателями с постоянными магнитами.
12	Системы регулируемого гидропривода Рассматриваемые вопросы: <ul style="list-style-type: none"> - дроссельное регулирование координат гидропривода; - объемное регулирование координат гидропривода;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- разомкнутые системы регулируемого гидропривода.
13	Замкнутые системы регулируемого привода Рассматриваемые вопросы: - связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования; - выбор вида и расчет параметров регуляторов при последовательной коррекции контуров регулирования.
14	Регулирование момента и скорости замкнутой системе УП-Д Рассматриваемые вопросы: - регулирование момента в замкнутой системе УП-Д; - регулирование скорости в замкнутой системе УП-Д.
15	Оптимизация контура регулирования скорости и момента в системе УП-Д Рассматриваемые вопросы: - оптимизация контура регулирования момента привода в системе УП-Д; - оптимизация контура регулирования скорости при последовательной коррекции в системе УП-Д.
16	Замкнутые системы регулирования момента и скорости асинхронного электропривода Рассматриваемые вопросы: - реостатное регулирование момента и скорости; - регулирование момента и скорости в системах тиристорный преобразователь напряжения – асинхронный двигатель; - замкнутые системы скалярного управления привода частотного и частотно-токового регулирования асинхронных двигателей; - системы полярного и векторного управления асинхронными двигателями; - системы прямого управления моментом асинхронного двигателя; - тормозные режимы частотно-регулируемых приводов с асинхронными двигателями.
17	Замкнутые системы регулируемого электропривода с вентильными двигателями с постоянными магнитами Рассматриваемые вопросы: - бездатчиковое векторное управление СДПМ; - бездатчиковый пуск в разомкнутой системе; - бездатчиковый пуск с неустойчивым наблюдателем.
18	Регулирование положения Рассматриваемые вопросы: - точный останов привода; - автоматическое регулирование положения по отклонению.
19	Следящий привод Рассматриваемые вопросы: - следящий электропривод; - гидромеханический следящий привод с дроссельным регулированием; - электрогидравлический следящий привод с дроссельным регулированием.
20	Выбор мощности двигателя электропривода Рассматриваемые вопросы: - общие сведения; - потери энергии в электродвигателях в установившихся и переходных режимах; - выбор мощности двигателя.
21	Выбор гидро- и пневмодвигателей и гидро- и пневмооборудования Рассматриваемые вопросы: - выбор мощности гидро- и пневмодвигателей; - выбор гидронасоса;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - выбор гидроаппаратуры; - расчет трубопроводов; - расчет потерь давления в гидросистемах; - мощность и коэффициент полезного действия гидропривода; - тепловой расчет гидропривода; - особенности выбора пневмодвигателей и пневмооборудования.
22	<p>Энергетическая эффективность и качество энергопотребления систем привода</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - энергетическая эффективность и качество энергопотребления систем электропривода; - повышение энергоэффективности в системах регулируемого электропривода; - энергетическая эффективность систем гидро- и пневмопривода.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	<p>Пуск и торможение двигателей постоянного тока</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы моделируются схемы пуска и торможения двигателя постоянного тока.</p>
2	<p>Асинхронные двигатели</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы моделируются замкнутые схемы регулирования асинхронных двигателей и определяются их характеристики.</p>
3	<p>Замкнутые системы электропривода</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы моделируется замкнутая система управления двигателем постоянного тока.</p>
4	<p>Следящий электропривод</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа следящего привода с двигателем постоянного тока.</p>
5	<p>Управление усилием на выходном звене исполнительного механизма с помощью клапанов давления</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студентам необходимо провести исследование принципа работы редуционного клапана.</p>
6	<p>Позиционирование штока гидроцилиндра с помощью гидрозамка</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студентам необходимо провести исследование принципа работы одностороннего гидрозамка.</p>
7	<p>Дроссельное регулирование скорости гидродвигателей</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студентам необходимо провести регулирование скорости гидродвигателя с использованием дросселя.</p>
8	<p>Изучение конструкций и характеристик гидropередач с блоками гидравлического управления</p> <p>В результате выполнения лабораторной работы проводится изучение принципов проектирования блоков гидropередач с блоками гидравлического управления.</p>

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Составление кинематических схем привода

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения практического задания студенты учатся составлять кинематические схемы различных видов приводов.
2	Упрощение кинематических схем В результате выполнения практического задания студенты учатся упрощать кинематические схемы различных видов приводов НТТК.
3	Составление уравнений движения механической части электропривода В результате выполнения практического задания студенты учатся составлять уравнения движения механической части электропривода для определения параметров.
4	Установившиеся режимы механической части привода В результате выполнения практического задания студенты исследуют установившиеся режимы работы механической части привода.
5	Переходные режимы механической части привода В результате выполнения практического задания студенты исследуют переходные режимы работы механической части привода.
6	Выбор оптимального передаточного числа привода вращательного действия В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять выбор оптимального передаточного числа для привода вращательного действия для различных режимов работы.
7	Математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии в электрических машинах В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять математическое описание процессов преобразования энергии в электрических машинах.
8	Математическое описание процессов в электродвигателях постоянного тока В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять математическое описание процессов преобразования энергии в электродвигателях постоянного тока.
9	Математическое описание процессов в электродвигателях переменного тока В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять математическое описание процессов преобразования энергии в электродвигателях переменного тока.
10	Математическое описание процессов в пьезоэлектрических двигателях В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять математическое описание процессов преобразования энергии в пьезоэлектрических двигателях.
11	Математическое описание процессов в гидравлических приводах В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять математическое описание процессов преобразования энергии в гидравлических приводах.
12	Математическое описание процессов в пневматических приводах В результате выполнения практического задания студенты учатся осуществлять математическое описание процессов преобразования энергии в пневматических приводах.
13	Критерии оптимизации динамических режимов систем привода В результате выполнения практического задания студенты учатся применять критерии оптимизации для динамических режимов систем привода.
14	Переходные процессы с асинхронными короткозамкнутыми двигателями В результате выполнения практического задания студенты изучают и осуществляют анализ переходных процессов с асинхронными короткозамкнутыми двигателями.
15	Переходные процессы электропривода с синхронными двигателями В результате выполнения практического задания студенты изучают и осуществляют анализ переходных процессов с синхронными двигателями.
16	Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов В результате выполнения практического задания студенты изучают принцип регулирования скорости асинхронного двигателя изменением числа пар полюсов.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
17	Регулирование скорости асинхронных двигателей в каскадных схемах В результате выполнения практического задания студенты изучают принцип регулирования скорости асинхронного двигателя в каскадных схемах.
18	Дроссельное регулирование координат гидропривода В результате выполнения практического задания студенты изучают принцип регулирования координат гидропривода с использованием дросселирующих элементов.
19	Объемное регулирование координат гидропривода В результате выполнения практического задания студенты изучают принцип объемного регулирования координат гидропривода.
20	Выбор вида и расчет параметров регуляторов при последовательной коррекции контуров регулирования В результате выполнения практического задания студенты изучают принципы выбора и расчет параметров регуляторов при последовательной коррекции контуров регулирования.
21	Регулирование момента в замкнутой системе УП-Д В результате выполнения практического задания студенты изучают принципы регулирования момента в замкнутой системе УП-Д.
22	Регулирование скорости в замкнутой системе УП-Д В результате выполнения практического задания студенты изучают принципы регулирования скорости в замкнутой системе УП-Д.
23	Оптимизация контура регулирования момента привода в системе УП-Д В результате выполнения практического задания студенты изучают методы оптимизации контура регулирования момента в замкнутой системе УП-Д.
24	Оптимизация контура регулирования скорости при последовательной коррекции в системе УП-Д В результате выполнения практического задания студенты изучают методы оптимизации контура регулирования скорости в замкнутой системе УП-Д.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Текущая подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям.
2	Изучение дополнительных источников научно-технической информации.
3	Выполнение курсового проекта.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем видов работ

1. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Математическое моделирование и исследование параметров привода подъема козлового крана

2. Математическое моделирование и исследование параметров привода передвижения мостового крана

3. Математическое моделирование и исследование параметров привода подъема башенного крана

4. Математическое моделирование и исследование параметров привода ленточного конвейера

5. Математическое моделирование и исследование параметров привода скребкового конвейера

6. Математическое моделирование и исследование параметров привода пластинчатого конвейера

7. Математическое моделирование и исследование параметров привода подбивочного блока машины ВПР-03

8. Математическое моделирование и исследование параметров привода подбивочного блока машины ПМА-1

9. Математическое моделирование и исследование параметров привода вырезающего устройства машины ШОМ-1200

10. Математическое моделирование и исследование параметров привода ПРУ машины ВПРС-03

11. Математическое моделирование и исследование параметров привода рабочего оборудования экскаватора

12. Математическое моделирование и исследование параметров привода рабочего оборудования автогрейдера

2. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Определение параметров и выбор элементов управления приводом подъема козлового крана

2. Определение параметров и выбор элементов управления приводом передвижения мостового крана

3. Определение параметров и выбор элементов управления приводом подъема башенного крана

4. Определение параметров и выбор элементов управления приводом ленточного конвейера

5. Определение параметров и выбор элементов управления приводом скребкового конвейера

6. Определение параметров и выбор элементов управления приводом пластинчатого конвейера

7. Определение параметров и выбор элементов управления приводом подбивочного блока машины ВПР-03

8. Определение параметров и выбор элементов управления приводом

подбивочного блока машины ПМА-1

9. Определение параметров и выбор элементов управления приводом вырезающего устройства машины ШОМ-1200

10. Определение параметров и выбор элементов управления приводом ПРУ машины ВПРС-03

11. Определение параметров и выбор элементов управления приводом рабочего оборудования экскаватора

12. Определение параметров и выбор элементов управления приводом рабочего оборудования автогрейдера

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Присмотров, Н.И. Обобщенная теория электро-, гидро- и пневмопривода : учебное пособие : в 2 частях / Н.И. Присмотров. – Киров: ВятГУ, 2022. – Часть 1: Механическая часть привода. Электро-, гидро- и пневмо-механические и механические характеристики двигателей. Установившиеся и переходные режимы работы привода. Разомкнутые системы регулирования координат. – 2022. – 648 с.	https://e.lanbook.com/book/363659 (дата обращения: 22.04.2024). – Текст: электронный.
2	Присмотров, Н.И. Обобщенная теория электро-, гидро- и пневмопривода: учебное пособие: в 2 частях / Н.И. Присмотров. – Киров: ВятГУ, 2021 – Часть 2: Замкнутые системы регулируемого привода. Регулирование положения. Выбор мощности двигателей. Энергетическая эффективность и качество энергопотребления. – 2021. – 368 с.	https://e.lanbook.com/book/363656 (дата обращения: 22.04.2024). – 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 системы «Консультант Плюс», «Гарант».

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

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

Электронная библиотека УМЦ по образованию на железнодорожном транспорте (<https://umczdt.ru/books/>).

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.

MatLab Simulink.

SimInTech.

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа во 2 семестре.

Курсовой проект в 3 семестре.

Экзамен во 2, 3 семестрах.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

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

А.И. Пушкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС
Председатель учебно-методической
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин