

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
15.04.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Приводы и системы управления роботов и робототехнических систем

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Роботы и робототехнические системы

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 функционированием и методами расчета приводов роботов и робототехнических систем;
- знакомство с системами управления приводами;
- изучение методов расчёта автоматизированных приводов различных типов.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о автоматизированных электрических, гидравлических и пневматических приводах;
- овладение знаниями о системах управления приводами роботов;
- формирование представлений у студентов о методах исследования приводов роботов и робототехнических систем.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-11 - Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем ;

ОПК-12 - Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей ;

ПК-1 - Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;

ПК-2 - Способен использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;

ПК-3 - Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных техно-логий;

ПК-5 - Способен разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;

ПК-10 - Готов к выполнению настройки, наладки, сопровождению эксплуатации оборудования мехатронных и робототехнических систем;

ПК-11 - Готов осуществлять контроль, обслуживание и обеспечение надежности и безопасности оборудования мехатронных и робототехнических систем.

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

Знать:

- принципы действия, устройство и особенности применения электрических, гидравлических и пневматических приводов и их элементов, режимы работы приводов;

- способы управления и регулирования режимами работы приводов в разомкнутых и замкнутых системах с различными видами сигналов управления;

- основы расчета электрических, гидравлических и пневматических приводов и их элементов, методику выбора элементной базы привода;

- основные методы, позволяющие обрабатывать результаты экспериментальных исследований приводов роботов и робототехнических систем.

Уметь:

- использовать полученные знания при создании сложных систем автоматизированных гидравлических и электрических приводов с автоматическими системами управления, при организации производства машин и роботов, при ремонте и эксплуатации роботов и машин с автоматизированными приводами, при модернизации и модификации систем приводов;

- выполнять проектные и проверочные расчеты автоматизированных электрических, гидравлических и пневматических приводов;

- использовать вычислительную технику при решении задач проектирования и исследования приводов роботов и робототехнических систем.

Владеть:

- навыками определения основных требований к статодинамическим параметрам и конструкции привода, выбора типа привода с требуемыми выходными характеристиками и способа регулирования его параметров, обеспечивающих выполнение операций технологического процесса робототехнических систем;

- навыками теоретического и экспериментального исследования статодинамических параметров систем приводов с автоматическими системами управления;

- навыками проектирования сложным систем приводов с автоматическим управлением режимами работы и позиционированием выходных звеньев на основе современных методов имитационного моделирования и расчета характеристик привода.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 11 з.е. (396 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):	128	80	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	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 268 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>Общие сведения о приводах роботов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности приводов роботов и робототехнических систем; - силовой контур привода: источники питания, двигатели, преобразовательные устройства; - контур управления.
2	<p>Виды управления приводами.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - непрерывное управление; - импульсное управление; - релейное управление.
3	<p>Электрические приводы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрические исполнительные устройства; - выбор и расчет исполнительных двигателей; - механические характеристики и регулировочные свойства электродвигателей <p>механика электропривода.</p>
4	<p>Замкнутые системы управления электродвигателями.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - функциональная схема замкнутой системы регулирования; - замкнутые автоматизированные системы электропривода постоянного тока; - замкнутые автоматизированные системы электропривода переменного тока; - понятие об устойчивости замкнутых систем автоматического регулирования; - адаптивные системы автоматического регулирования.
5	<p>Преобразовательные устройства электропривода.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электромашинный преобразователь; - неуправляемые и управляемые полупроводниковые выпрямители; - полупроводниковые преобразователи частоты; - тиристорный регулятор напряжения; - устройства импульсного управления.
6	<p>Параметры и структурные схемы электроприводов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - момент инерции и электромеханическая постоянная времени; - индуктивность обмоток маши постоянного тока и электромагнитная постоянная времени;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - 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.
7	<p>Динамика разомкнутых 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.
8	<p>Динамика замкнутых электромеханических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - приводы с замкнутыми системами управления; - системы подчиненного регулирования; - синтез систем подчиненного управления.
9	<p>Основные устройства следящих систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структурная схема и классификация следящего электропривода; - устройства измерения и преобразования рассогласования сигналов; корректирующие устройства.
10	<p>Следящий электропривод.</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 пропорционального действия; - цифроаналоговый позиционный следящий электропривод постоянного тока.
11	<p>Динамика следящих электроприводов.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - частотные показатели качества; - анализ и построение желаемых ЛАЧХ и ФЧХ следящей системы; - синтез последовательного корректирующего устройства; - синтез корректирующих обратных связей.
12	<p>Гидравлические приводы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структура и основные элементы гидравлических приводов; - гидравлические исполнительные устройства; - выбор и расчет исполнительных двигателей; - выбор и расчет гидроаппаратуры.
13	<p>Автоматизированные гидравлические приводы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - комплектующие узлы программных и следящих гидравлических приводов; - электрогидравлические усилители мощности: соплло-заслонка, струйная трубка, многокаскадные; - виды управления автоматизированными гидроприводами робототехнических систем.
14	<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.
15	<p>Математическая модель гидропривода с объемным регулированием.</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - обобщенная схема гидропривода объемного регулирования; - допущения, принимаемые при моделировании; - линеаризованная математическая модель.
16	Выбор параметров гидроприводов дроссельного регулирования с различными видами сигнала управления. Рассматриваемые вопросы: - гидропривод с позиционной СУ; - релейные гидроприводы; - гидроприводы с непрерывным управлением.
17	Электрогидравлические следящие системы. Рассматриваемые вопросы: - электрогидравлические следящие системы дроссельного регулирования; - электрогидравлические следящие системы объемного регулирования.
18	Рассматриваемые вопросы: Рассматриваемые вопросы: - структура и основные элементы пневматических приводов; - пневматические исполнительные устройства; - выбор и расчет исполнительных двигателей; - выбор и расчет пневмоаппаратуры.
19	Автоматизированные пневматические приводы. Рассматриваемые вопросы: - комплектующие узлы; - электропневматические усилители мощности.
20	Математическая модель пневматического привода. Рассматриваемые вопросы: - схемы управления пневматическими приводами; - допущения, принимаемые при расчетах; - основные уравнения динамики пневмопривода.
21	Выбор параметров пневматических приводов. Рассматриваемые вопросы: - анализ динамики и выбор параметров пневмопривода с остановом по упорам; - выбор параметров пневмопривода с позиционной системой управления.
22	Электропневматические следящие системы. Рассматриваемые вопросы: - 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 механических и электромеханических характеристик двигателя постоянного тока. В результате выполнения лабораторной работы определяются характеристики привода постоянного тока.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
2	Исследование механических и электромеханических характеристик асинхронного двигателя. В результате выполнения лабораторной работы определяются характеристики асинхронного двигателя.
3	Исследование электромеханических переходных процессов в электроприводе с двигателем постоянного тока. В результате выполнения лабораторной работы моделируют переходные процессы в приводе постоянного тока.
4	Исследование электромеханических переходных процессов в электроприводе с асинхронным двигателем. В результате выполнения лабораторной работы моделируют переходные процессы в приводе переменного тока.
5	Исследование электромеханических переходных процессов в электроприводе с синхронным двигателем. В результате выполнения лабораторной работы исследуют процессы в приводе с синхронным двигателем.
6	Энергетические характеристики электрических приводов. В результате выполнения лабораторной работы определяются энергетические показатели электропривода.
7	Исследование характеристик привода с тиристорным преобразователем. Исследование характеристик привода с тиристорным преобразователем.
8	Частотно-управляемый асинхронный привод. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа привода с преобразователем частоты.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Приводы роботов. В результате выполнения практического задания рассматриваются типы приводов, применяемых в робототехнических системах, их характеристики.
2	Управление приводами. В результате выполнения практического задания рассматривается системы управления робототехническими системами.
3	Выбор исполнительного двигателя электропривода. В результате выполнения практического задания рассматривается выбор типа привода робота.
4	Механические характеристики асинхронных двигателей. В результате выполнения практического задания рассматриваются механические характеристики и способы регулирования асинхронных двигателей.
5	Механические характеристики двигателей постоянного тока. В результате выполнения практического задания рассматриваются механические характеристики и способы регулирования двигателей постоянного тока.
6	Синхронные двигатели. В результате выполнения практического задания особенности, характеристики и возможности регулирования синхронных двигателей.
7	Пуск и торможение электрических двигателей. В результате выполнения практического задания рассматриваются способы и схемы пуска и торможения электродвигателей.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
8	Преобразовательные устройства электрических приводов. В результате выполнения практического задания рассматриваются преобразовательные устройства (выпрямители, преобразователи частоты) и выбор их параметров.
9	Динамика разомкнутых систем управления электроприводами. В результате выполнения практического задания рассматривается влияние параметров привода на его динамику.
10	Динамика замкнутых систем управления электроприводами. В результате выполнения практического задания рассматриваются замкнутые системы электроприводов и их динамика.
11	Передаточные функции электроприводов постоянного тока. В результате выполнения практического задания рассматриваются передаточные функции для элементов электропривода постоянного тока.
12	Передаточные функции электроприводов с асинхронными двигателями. В результате выполнения практического задания рассматриваются передаточные характеристики элементов привода переменного тока.
13	Следящий электропривод постоянного тока непрерывного действия с электромашинным усилителем. В результате выполнения практического задания рассматриваются структура и характеристики привода с электромашинным усилителем.
14	Следящий электропривод постоянного тока релейного действия. В результате выполнения практического задания рассматриваются структура, особенности и характеристики привода релейного действия.
15	Следящий электропривод переменного тока пропорционального действия. В результате выполнения практического задания рассматривается работа следящего электропривода.
16	Динамика следящих электроприводов. В результате выполнения практического задания рассматриваются математические модели и расчет динамики следящих приводов.
17	Гидравлические приводы. В результате выполнения практического задания рассматриваются особенности применения, схемы и характеристики гидравлических приводов.
18	Динамика гидропривода дроссельного регулирования. В результате выполнения практического задания рассматриваются уравнения, описывающие динамику гидравлического привода с дроссельным регулированием скорости.
19	Динамика гидропривода объемного регулирования. В результате выполнения практического задания рассматриваются передаточные функции элементов объемного гидропривода и исследование его динамики.
20	Следящие гидроприводы. В результате выполнения практического задания рассматриваются следящие гидроприводы.
21	Выбор параметров гидравлических приводов. В результате выполнения практического задания рассматривается методика выбора параметров гидропривода при различных способах регулирования.
22	Пневматические приводы. В результате выполнения практического задания рассматриваются особенности применения, типовые схемы и элементы пневматических приводов.
23	Динамика пневматических приводов. В результате выполнения практического задания рассматриваются составление уравнений динамики для различных типов пневматических приводов.
24	Выбор параметров пневматических приводов.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения практического задания рассматривается выбор параметров пневматических приводов при различных системах управления.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям.
2	Изучение дополнительной литературы.
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. Проектирование гидравлического привода с дроссельным регулированием скорости
2. Проектирование гидравлического привода с объемным регулированием скорости
3. Проектирование системы управления гидравлическим приводом
4. Проектирование пневматического привода
5. Проектирование системы управления автоматизированным пневматическим приводом

2. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Проектирование привода постоянного тока
2. Проектирование привода переменного тока с асинхронным двигателем
3. Проектирование привода с синхронным двигателем
4. Проектирование системы управления приводом постоянного тока
5. Проектирование системы управления приводом переменного тока с асинхронным двигателем

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 (дата обращения: 07.03.2024). — Текст: электронный.
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 (дата обращения: 21.05.2024). — Текст: электронный.
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 (дата обращения: 21.05.2024). — Текст: электронный.
4	Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю. М. Фролов, В. П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0.	https://e.lanbook.com/book/212645 (дата обращения: 21.05.2024). — Текст: электронный.
5	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 (дата обращения: 21.05.2024). — Текст: электронный.
6	Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматики : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 264 с.	https://urait.ru/bcode/538446 (дата обращения: 21.05.2024). — Текст: электронный.
7	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. — (Профессиональное образование).	https://urait.ru/bcode/540939 (дата обращения: 21.05.2024). — 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/>).

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

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

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 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).

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, 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