

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониним 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 ФГАОУ ВО РУТ
(МИИТ)

ID подписи: 610876

Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел
Александрович

Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- 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):

ПК-2 - Способен проектировать приводы, системы автоматического управления роботов и робототехнических систем, их программно-аппаратное обеспечение, обеспечивая требуемую точность, энергоэффективность, функциональную безопасность, надёжность и интеграцию в цифровую среду;

ПК-3 - Способен разрабатывать цифровые двойники роботов и робототехнических систем, строить и верифицировать математические и компьютерные модели их рабочих процессов и использовать их для оптимизации проектных решений.

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

Знать:

- принципы работы и классификацию приводов робототехнических систем;
- методы расчета и подбора приводов для задач робототехники;
- структурные схемы систем управления приводами роботов;
- алгоритмы управления различными типами приводов (электрическими, пневматическими, гидравлическими);
- характеристики и параметры современных двигателей и преобразователей энергии;
- методы позиционирования и точного управления движением исполнительных органов;

- способы диагностики и контроля состояния приводных систем;
- требования безопасности при работе с силовыми приводами роботов.

Уметь:

- выбирать тип привода для конкретных робототехнических задач;
- рассчитывать основные параметры и характеристики приводных систем;
- разрабатывать структурные схемы систем управления приводами;
- программировать контроллеры для управления различными типами приводов;
- настраивать системы обратной связи для точного позиционирования;
- анализировать динамические характеристики приводных систем;
- диагностировать неисправности в системах управления приводами;
- оптимизировать энергопотребление приводных систем роботов.

Владеть:

- методами расчета и выбора приводов для робототехнических систем;
- навыками программирования контроллеров управления приводами;
- методиками настройки систем обратной связи приводов;
- способами диагностики и тестирования приводных систем;
- методами анализа динамических характеристик приводов;
- технологиями управления сервоприводами и шаговыми двигателями;
- практическими навыками работы с силовой электроникой приводов;
- методами обеспечения безопасности при работе с приводами роботов.

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):	96	64	32
В том числе:			
Занятия лекционного типа	32	16	16
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 300 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 сведения о приводах роботов. Рассматриваемые вопросы: - особенности приводов роботов и робототехнических систем; - силовой контур привода: источники питания, двигатели, преобразовательные устройства; - контур управления.
2	Виды управления приводами. Рассматриваемые вопросы: - непрерывное управление; - импульсное управление; - релейное управление.
3	Электрические приводы. Рассматриваемые вопросы: - электрические исполнительные устройства; - выбор и расчет исполнительных двигателей; - механические характеристики и регулировочные свойства электродвигателей механика электропривода.
4	Замкнутые системы управления электродвигателями. Рассматриваемые вопросы: - 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	Преобразовательные устройства электропривода. Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- электромашинный преобразователь; - неуправляемые и управляемые полупроводниковые выпрямители; - полупроводниковые преобразователи частоты; - тиристорный регулятор напряжения; - устройства импульсного управления.
6	Параметры и структурные схемы электроприводов. Рассматриваемые вопросы: - момент инерции и электромеханическая постоянная времени; - 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.
7	Динамика разомкнутых электромеханических систем. Рассматриваемые вопросы: - 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	Динамика замкнутых электромеханических систем. Рассматриваемые вопросы: - приводы с замкнутыми системами управления; - системы подчиненного регулирования; - синтез систем подчиненного управления.
9	Следящий электропривод. Рассматриваемые вопросы: - 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.
10	Динамика следящих электроприводов. Рассматриваемые вопросы: - частотные показатели качества; - анализ и построение желаемых ЛАЧХ и ФЧХ следящей системы; - синтез последовательного корректирующего устройства; - синтез корректирующих обратных связей.
11	Гидравлические приводы. Рассматриваемые вопросы: - структура и основные элементы гидравлических приводов; - гидравлические исполнительные устройства; - выбор и расчет исполнительных двигателей; - выбор и расчет гидроаппаратуры.
12	Автоматизированные гидравлические приводы. Рассматриваемые вопросы: - комплектующие узлы программных и следящих гидравлических приводов; - электрогидравлические усилители мощности: сопло-заслонка, струйная трубка, многокаскадные; - виды управления автоматизированными гидроприводами робототехнических систем.
13	Математическая модель гидропривода с объемным регулированием. Рассматриваемые вопросы: - обобщенная схема гидропривода объемного регулирования;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- допущения, принимаемые при моделировании; - линеаризованная математическая модель.
14	Электрогидравлические следящие системы. Рассматриваемые вопросы: - электрогидравлические следящие системы дроссельного регулирования; - электрогидравлические следящие системы объемного регулирования.
15	Автоматизированные пневматические приводы. Рассматриваемые вопросы: - комплектующие узлы; - электропневматические усилители мощности.
16	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.
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.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
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 рассматриваются 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.
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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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. 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
6. Проектирование системы управления автоматизированным гидравлическим приводом
7. Расчет привода с реечной передачей
8. Расчет привода с шарико-винтовой передачей
9. Расчет привода с планетарным редуктором
10. Расчет привода с волновой передачей

2. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Проектирование привода с бесколлекторным двигателем постоянного тока
2. Проектирование привода с асинхронным двигателем
3. Проектирование привода с синхронным двигателем
4. Проектирование привода с шаговым двигателем
5. Проектирование системы управления приводом с бесколлекторным двигателем постоянного тока
6. Проектирование системы управления приводом с асинхронным двигателем
7. Проектирование системы управления приводом с синхронным двигателем
8. Проектирование системы управления приводом с шаговым двигателем
9. Проектирование системы приводов для 3 осевого манипулятора
10. Проектирование системы приводов для 6 осевого манипулятора

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	Трифорова, Г. О. Гидропневмопривод: следящие системы приводов : учебное пособие для вузов / Г. О. Трифорова, О. И. Трифорова. — 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 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
«Робототехнические и
технологические комплексы на
транспорте»

Н.А. Зайцева

Согласовано:

Заведующий кафедрой РиТКнТ

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической
комиссии

Н.А. Андриянова