

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Рабочая программа дисциплины

**Электрические приводы мехатронных и робототехнических устройств**

по направлению подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-1 Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК 1.1 Знает основные законы, описывающие функционирование проектируемых объектов.

РОПК 1.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить аппарат исследования электропривода, его анализа и синтеза.

– Научиться применять понятийный аппарат теории электропривода для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Восьмой семестр, экзамен

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам Б1.О.14 Материаловедение и технология конструкционных материалов, Б1.О.29 Электротехника; Б1.О.09 Электроника и схемотехника; Б1.О.30 Теория автоматического управления; Б1.В.05 Микропроцессорная техника в мехатронике и робототехнике.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 32 ч.

-лабораторные: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Тема 1. Введение.

Основные типы приводов, используемые в робототехнике. Обобщенная функциональная схема привода робота и элементы, входящие в ее состав. Аналитическое описание и структурное представление объекта управления, основные понятия, определения. Общие характеристики двигателей роботов.

Тема 2. Электрические машины постоянного тока.

Устройство, принцип работы, вращающий момент двигателя. Характеристика двигателей постоянного тока. Двигатели параллельного, последовательного, смешанного и независимого возбуждения. Двигатели с магнитоэлектрическим возбуждением. Пусковые, рабочие, механические и регулировочные характеристики двигателей постоянного тока.

Тема 3. Переходные процессы при пуске двигателя.

Передачные функции при управлении со стороны якоря, полюсном управлении.

Тема 4. Управление двигателем в системе «управляемый выпрямитель – двигатель».

Управляемые выпрямители. «Вертикальный» способ управления. Режим непрерывного тока. Режимы работы управляемых выпрямителей. Комплектные тиристорные приводы.

Тема 5. Импульсное управление.

Широтно-импульсные преобразователи на транзисторах, тиристорах, особенности работы мостовых схем. Особенности коммутации широтно-импульсных тиристорных преобразователей. Реверсивные схемы систем «тиристорный ШИП – двигатель».

Тема 6. Принцип действия и особенности вентильных двигателей.

Устройство, принцип работы вентильных двигателей.

Тема 7. Шаговые двигатели.

Общие сведения о шаговых двигателях. Параметры, характеризующие работу ШД. Реверсирование вращения ШД. Типы шаговых двигателей. Режимы работы ШД. Рабочие и механические характеристики ШД.

Тема 8. Асинхронные двигатели.

Общие сведения об устройстве и принципе работы. Вращающий момент, скольжение, регулирование пускового момента. Рабочие и механические характеристики асинхронных двигателей.

Тема 9. Пуск и управление асинхронным двигателем.

Пусковая операция, торможение. Управление двигателем с помощью изменения напряжения на статоре, методом переключения статорных обмоток, частотное управление. Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели

Тема 10. Электромагнитные устройства автоматики.

Тяговые электромагниты. Электромагнитные муфты. Особенности реле переменного тока.

Тема 11. Схемы управления электроприводами.

Системы подчиненного регулирования параметров электропривода.

Тема 12. Архитектура микропроцессорного контроллера привода.

Общее представление о цифровой системе управления электроприводом. АЦП и ЦАП как элементы системы управления. Микропроцессор в системе управления электродвигателем.

Тема 13. Выбор электродвигателя для привода РТК.

Общие вопросы выбора двигателя. Выбор двигателя при длительной нагрузке. Выбор двигателя при кратковременном и повторно-кратковременном режимах работы. Выбор двигателя при нагрузочном моменте, зависящем от угла поворота вала двигателя. Выбор шагового двигателя. Выбор двигателя, работающего в заторможенном режиме.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, коллоквиума, выполнения лабораторных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в восьмом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух вопросов. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDo» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=24728>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Шапран А.А. Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств: конспект лекций в 2 ч. Ч.1. Электропривод / А.А. Шапран – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2014. – 81с.

2. Робототехника и гибкие автоматизированные производства / Под. ред. И.И. Макарова. Кн.2. Приводы робототехнических систем. – М.: Высшая школа, 1986.

3. Павлович, С.Н. Автоматизированный электропривод: курс лекций для студентов специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / С. Н. Павлович. – Минск: БНТУ, 2008. – 128 с.

4. Волков Н.И., Миловзоров В.П. Электромашинные устройства автоматики / – М.: Высшая школа, 1986, 335 с.

б) дополнительная литература:

1. Робототехника и гибкие автоматизированные производства / Под. ред. И.И. Макарова. Кн. 9. Лабораторный практикум по робототехнике / – М.: Высшая школа, 1986.

2. Миловзоров В.П. Электромагнитные устройства автоматики / – М.: Высшая школа, 1983.

3. Техническая кибернетика / части 1,2,3 под ред. В.В. Солодовникова – М.: Машиностроение, 1976.

4. Брускин Д.Э. и др. Электрические машины и микромашины. Учебник для вузов / – М.: Высшая школа, 1990, – 432 с.

5. Хрущев В.В. Электрические микромашины автоматических устройств. Учебное пособие для вузов / – Л.: Энергия, 1976.

6. Хрущев В.В. Электрические машины систем автоматики / – Л.: Энергоатомиздат, 1985.

7. Андреев С.Н. и др. Проектирование приводов манипуляторов / – Л.: Машиностроение 1975.

8. Кацман М.М. Электрические машины / – М.: Высшая школа, 1990.

9. Источники вторичного электропитания / С.С. Букреев, В.А. Головацкий, Г.Н. Гулякович и др. Под ред. Ю.И. Конева – М.: Радио и связь, 1983

10. Розенблат М.А. Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники / – М.: Наука, 1974.

11. Кацман М.М. Электрические машины и электропривод автоматических устройств / – М.: Высшая школа, 1987.

12. Ключев В.И. Теория электропривода / – М.: Энергоатомиздат, 1985.
13. Розман Я.Б., Брейтер Б.З. Устройство, наладка и эксплуатация электроприводов металлорежущих станков / – М.: Машиностроение, 1985.
14. Ильин и др. Системы программного управления производственными установками, робото-техническими комплексами. - Мн.: Высшая школа, 1988.

в) ресурсы сети Интернет:

1. Открытые онлайн-курсы
2. Устройство двигателя постоянного тока  
URL: <https://rutube.ru/video/ac83a79e5065251f35d157961f5746d8/>
3. Модель асинхронного двигателя  
URL: <https://rutube.ru/video/98c6645008e1afcc0e9ee5cabe52439d/>
4. Драйвер трехфазного двигателя  
URL: [http://www.youtube.com/watch?v=46u\\_VtqCJ4&list=PLYRNgKc6Yg2GgxxOiF\\_cC5k69\\_8AILtXIF](http://www.youtube.com/watch?v=46u_VtqCJ4&list=PLYRNgKc6Yg2GgxxOiF_cC5k69_8AILtXIF)
5. Микропроцессорное управление электродвигателем  
URL: <https://rutube.ru/video/645e70858f83ecdb66f7bcac68275693/>
6. Промышленные роботы в СССР  
URL: <https://rutube.ru/video/9a2cde563c6b5b7d4addea729747d3d7/>
7. Промышленные роботы в машиностроении URL:  
<https://rutube.ru/video/e0de1d8a2a4fa7041f94218dd8fa3870/>
8. Общероссийская Сеть КонсультантПлюс Справочная правовая система.  
<http://www.consultant.ru>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий лабораторного типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лаборатория со следующим оборудованием:

1. Стенд «Электрические Машины и ЭлектроПривод» с комплектом руководств по выполнению лабораторных работ
2. Манипулятор «Электроника НЦТМ-01» с комплектом технической документации
3. Автоматизированный привод ДПУ-120 с комплектом технической документации
4. Методические указания «Исследование механической характеристики электродвигателя ДПУ-120
5. Установка по исследованию шагового двигателя DYNASIN 4SHG-023A 39S
6. Методические указания «Исследование работы шагового двигателя DYNASIN 4SHG-023A 39S»
7. Ноутбук для предварительно записанных видеоматериалов

### **15. Информация о разработчиках**

Волков Сергей Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, кафедра прикладной газовой динамики и горения Томского государственного университета, доцент