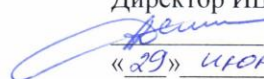


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШИТР

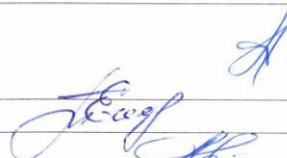
 (Сонькин Д. М.)  
«29» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

**Приводы и силовые электронные устройства в мехатронике и робототехнике**

Направление подготовки/специальность	15.03.06 Мехатроника и робототехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы		
Специализация	Системы управления автономными роботами		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		24
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		72
Самостоятельная работа, ч		108	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОАР
------------------------------	---------	------------------------------	-----

Заведующий кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры		Филипас А. А.
Руководитель ООП		Мамонова Т.Е.
Преподаватель		Каранкевич А.Г.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК(У)-3	Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий	ПК(У)-3.33	Знать принципы работы приводов и силовых электронных устройств в составе экспериментальных макетов исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем
		ПК(У)-3.У3	Уметь разрабатывать экспериментальные макеты исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование
		ПК(У)-3.В3	Владеть опытом проведения экспериментальных исследований макетов исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем
ПК(У)-5	Способен проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	ПК(У)-5.32	Знать автоматизированный электропривод и методику проведения эксперимента для решения задач отраслей промышленности, где применяются мехатронные и робототехнические системы
		ПК(У)-5.У3	Уметь проектировать автоматизированный электропривод и проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем для решения задач отраслей промышленности, где применяются мехатронные и робототехнические системы
		ПК(У)-5.В2	Владеть опытом настройки автоматизированного электропривода в рамках проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Приводы и силовые электронные устройства в мехатронике и робототехнике» относится к базовой части Блока 1 учебного плана ООП.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД-1	Знать этапы развития теории автоматизированного производства, функциональную схему приводов, механические характеристики привода. Знать назначение, виды и особенности электрических и гидравлических приводов. Знать передачи мехатронных и робототехнических систем. Знать элементы гидроприводов и гидроавтоматики.	ПК(У)-5
РД-2	Знать физические принципы электромеханического преобразования энергии, исполнительные элементы приводов электромеханических и мехатронных систем.	ПК(У)-3 ПК(У)-5

РД-3	Знать принципы работы и конструкцию двигателя постоянного тока, бесколлекторные двигатели постоянного тока, асинхронные двигатели переменного тока, синхронные электродвигатели, шаговые двигатели.	ПК(У)-5
РД-4	Знать основные схемы типовых современных силовых электронных устройств в мехатронике и робототехнике; структуры и функции современных силовых электронных устройств в мехатронике и робототехнике; принципы организации и состав программного обеспечения для систем управления современными силовыми электронными устройствами в мехатронике и робототехнике, методику ее проектирования; способы анализа технической эффективности современных силовых электронных устройств в мехатронике и робототехнике;	ПК(У)-3
РД-5	Уметь работать с гидроприводом, исследовать его характеристики. Уметь исследовать асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. Уметь исследовать электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения, синхронный электродвигатель.	ПК(У)-3 ПК(У)-5
РД-6	Уметь выбирать эффективные силовые электронные устройства в мехатронике и робототехнике, определять простейшие неисправности, составлять спецификации.	ПК(У)-3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
<b>Раздел (модуль) 1. Приводы в мехатронике и робототехнике</b>	РД-1	Лекции	<b>12</b>
	РД-2	Практические занятия	<b>16</b>
	РД-3	Лабораторные занятия	<b>8</b>
	РД-5	Самостоятельная работа	<b>54</b>
<b>Раздел (модуль) 2. Силовые электронные устройства в мехатронике и робототехнике</b>	РД-4 РД-6	Лекции	<b>12</b>
		Практические занятия	<b>16</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>54</b>

Содержание разделов дисциплины:

##### **Раздел 1. Приводы в мехатронике и робототехнике**

*Основные тенденции развития современного промышленного производства в мире. Обобщенные структуры и примеры современных приводов мехатронных и робототехнических систем. Примеры мехатронных и робототехнических систем, их классификации и требования к их электрическому и гидравлическому приводам. Этапы развития теории автоматизированного привода. Функциональные схемы приводов. Места и способы размещения электрических и гидравлических приводов в мехатронных и робототехнических системах. Перспективы развития мехатронных и робототехнических систем в России и за рубежом. Электрический, гидравлический приводы. Их особенности и области применения. Сравнительная оценка приводов. Назначение и виды электрических и гидравлических приводов. Элементы гидроприводов и гидроавтоматики (клапаны, золотники, гидроцилиндры. Гидронасосы. Гидродвигатели. Схемы управления гидродвигателями. Электродвигатель. Физические принципы электромеханического преобразования энергии. Трансформаторы. Исполнительные элементы приводов электромеханических и мехатронных систем.*

*Двигатели постоянного тока. Достоинства и недостатки двигателей постоянного тока. Примеры исполнительных бесколлекторных двигателей постоянного тока. Синхронные электродвигатели. Конструкция и принцип действия. Примеры шаговых двигателей и их параметры. Общие требования к датчикам, их основные характеристики и классификация. Параметрические датчики. Потенциометрические, емкостные и*

*индукционные измерители рассогласования. Конструкция, принцип действия, схемы включения, область применения и основные параметры.*

*Цифровые датчики линейного и углового положения скорости, принцип действия, особенности конструкции, основные характеристики. Общие требования к усилителям-преобразователям, их основные характеристики, классификация. Тиристорные инверторы. Электронные и полупроводниковые усилители. Основные схемы включения транзисторов в усилителях мощности. Усилители постоянного тока. Параллельная работа транзисторов. Усилители переменного тока.*

**Темы лекций:**

1. Назначение, состав и особенности объектов управления электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем.
2. Виды, классификация и особенности исполнительных приводов мехатронных и робототехнических систем.
3. Передачи мехатронных и робототехнических систем.
4. Гидравлические и электрические приводы.
5. Устройство, принципы действия и основные характеристики современных измерительных элементов электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем.
6. Принципы построения и особенности функционирования силовых и управляющих электронных устройств исполнительных приводов мехатронных и робототехнических систем.

**Названия практических работ:**

1. Расчетные схемы механической части привода.
2. Элементы передач.
3. Шаговые и линейные двигатели.
4. Акселерометры. Конструкция, принцип действия. .
5. Датчики ускорения и скорости, гироскопический акселерометр. Гироскопический датчик углового ускорения.
6. Вторичные преобразователи напряжения с импульсным стабилизатором. Схемы включения в привод. Статические и динамические характеристики.
7. Устройства коммутации и защиты электроприводов.
8. Принципы построения компьютерной управляющей части электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем.

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.
2. Исследование синхронного электродвигателя.
3. Исследование шагового двигателя.
4. Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.

<b>Раздел 2. Силовые электронные устройства в мехатронике и робототехнике</b>
---

*Общая характеристика функциональных свойств электронных устройств. Классификация силовых электронных устройств и требования, предъявляемые к ним. Области применения силовых электронных устройств и перспективы их развития.*

*Полупроводниковые вентили: общие сведения. Диоды: вольтамперные характеристики; потери в полупроводниковых диодах; основные параметры; выбор допустимых нагрузок; выбор допустимого обратного напряжения. Тиристоры: вольтамперная характеристика тиристора и его основные свойства; включение тиристора током управления; выключение тиристора; потери в тиристоре; основные параметры тиристоров и выбор допустимых нагрузок. Симметричные тиристоры. Запираемые тиристоры. Силовые транзисторы. Тепловые параметры СПП. Параметры СПП по току и напряжению. Характеристики управления. Динамические параметры и характеристики. Нагрузочные характеристики тиристоров по току.*

*Общие принципы создания силовых электронных аппаратов постоянного тока. Быстродействующий тиристорный выключатель постоянного тока: схемные решения, принцип действия, особенности переходных процессов. Способы снижения коммутационных перенапряжений в электронных устройствах постоянного тока. Основные варианты исполнения силовых электронных устройств переменного тока. Общая характеристика электронных устройств высокого напряжения. Последовательное соединение полупроводниковых приборов в высоковольтных блоках. Расчет параметров защитных RC-цепей. Основные требования к системам управления. Принципы импульсно-фазового управления. Классификация регуляторов переменного напряжения. Регуляторы с фазовым способом регулирования. Регуляторы с вольтодобавкой. Регуляторы с широтно-импульсным способом регулирования. Повышающие и повышающе-понижающие регуляторы.*

**Темы лекций:**

7. Классификация силовых электронных устройств.
8. Характеристики и параметры силовых полупроводниковых приборов (СПП).
9. Силовые электронные аппараты низкого напряжения.
10. Силовые электронные аппараты высокого напряжения.
11. Системы управления силовыми электронными устройствами.
12. Электронные регуляторы напряжения и аппараты для управления и защиты электродвигателей.

**Названия практических работ:**

9. Выбор допустимых нагрузок и допустимого обратного напряжения диода.
10. Симметричные тиристоры.
11. Запираемые тиристоры.
12. Силовые транзисторы.
13. Распределение тока по параллельно соединенным приборам в режимах перегрузки.
14. Токоограничивающие комбинированные устройства.
15. Управление тиристорами в комбинированных аппаратах.
16. Электронные пускатели различного типа.

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование тиристорного контактора постоянного тока, схем управления тиристорным и контакторами.
2. Исследование одно- и двухполупериодных тиристорных ключей переменного тока.
3. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя.
4. Исследование последовательного и параллельного соединения полупроводниковых приборов.

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- выполнение домашних заданий;
- подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Ефименко, Сергей. Элементная база силовой электроники. Основы проектирования радиоэлектронной аппаратуры / С. Ефименко, А. Белоус, В. Солодуха. – Германия: LAP Lambert Academic Publishing, 2015. – 322 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C336336> (контент) (дата обращения: 21.04.2019).
2. Ляхомский, А. В.. Автоматизированный электропривод машин и установок горного производства / Ляхомский А. В., Фашиленко В. Н.Ч. 1: Автоматизированный электропривод механизмов циклического действия. Ч. 1 / Ляхомский А. В., Фашиленко В. Н.. – Москва: Горная книга, 2014. – 477 с. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/101650> (контент) (дата обращения: 25.04.2019).
3. Шустов, М. А. Основы силовой электроники / М. А. Шустов. – Санкт-Петербург: Наука и техника, 2017. – 336 с.: ил. – Библиогр.: с. 327-335.. – ISBN 978-5-94387-872-5. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C350674> (контент) (дата обращения: 21.04.2019).

#### **Дополнительная литература**

1. Крестин, Е. А.. Задачник по гидравлике с примерами расчетов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Крестин Е. А., Крестин И. Е.. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 320 с. –Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/98240> (контент) (дата обращения: 25.04.2019).
2. Основы силовой электроники: научное издание / А. И. Белоус, В. А. Солодуха, С. А. Ефименко, В. А. Пилипенко. – Москва: Техносфера, 2019. – 424 с. Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C375845> (контент) (дата обращения: 21.05.2019).

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://ura.it.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

ownCloud Desktop Client; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkeiPad; CODESYS Development System V3; Cisco Webex Meetings; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 027	Лабораторный стенд Частотерегулируемый электропривод - 1 шт.; Лабораторный стенд Электропривод - 2 шт.; Стенд лабораторный - 3 шт.; Лабораторный комплекс Автоматизированный электропривод д/уч. и н-иссл.работ - 2 шт.; Лаборат.стенд Элементы систем авт.выч.техники компьютерная версия - 1 шт.; Промышленный робот DRM-C Series - 1 шт.; Гибкий производственный модуль с компьютер.управл. на базе мини ток.ст. и учеб.робота - 1 шт.; Роботизированный сборочный комплекс с компьютерным управлением - 1 шт.; Мини-габарит токарный станок с компьют.управлен. и компьют.имитат.токарн.фрезерн.ст - 1 шт.; Настольный токарный станок с компьют.управлен. и компьют.имитат.токарн.фрезерн.ст - 1 шт.; Гибкая произв.сист. с компьютер.упр. на базе 2-х станков с компь.упр. и учеб.робота - 1 шт.; Двигатель постоянного тока ДПУ-87-180 - 2 шт.; Лабораторный стенд Частотно регулируемый электропривод типа ЭП-НК - 1 шт.; Настольный сверл.фрез.станок с компьют.управлен. и компьют.имитат.токарн.фрезерн.ст - 1 шт.; Сборочный стенд с компьют.управ. и техн.зрением - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Компьютер - 4 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 103	Унифицированный аппаратно-программный стенд - 1 шт.; Демо система Foxbox Evo для демонстрации и обучения - 1 шт.; Демо система Екш-ПЗ для демонстрации и обучения - 1 шт.; Стенд "Современные средства автоматизации" - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест;Тумба стационарная - 3 шт.; Компьютер - 8 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации  634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 107	Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.


Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника / Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы / Системы управления автономными роботами (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОАР	Каранкевич А.Г.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения автоматизации и робототехники (протокол № 18а от «28» июня 2019 г.).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н., доцент

 /Филиппас А. А./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения автоматизации и робототехники (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС	От «01» сентября 2020 г. № 4а