

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЭ

Матвеев А.С.
«___» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная



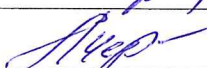
Электропривод переменного тока			
Направление подготовки/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод		
Специализация	Электропривод и автоматизация технологических комплексов		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		64
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	ЭКЗАМЕН, Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
------------------------------	---------------------	------------------------------	-----

И.о. заведующего кафедрой
– руководителя отделения на
правах кафедры ОЭЭ ИИЭ,
к.т.н.

Руководитель ООП

Преподаватель

	А.С. Ивашутенко
	А.Г. Гарганеев
	А.Ю. Чернышев

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-1	Способен выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности, с использованием средств автоматизации	И.ПК(У)-1.1	Разрабатывает и программирует микропроцессорные системы различной сложности	ПК(У)-1.1В1	Владеет навыками программирования микропроцессорных систем
				ПК(У)-1.1У1	Умеет программировать цифровые системы управления (ЦАП, АЦП, энкодеры, регуляторы и др.)
				ПК(У)-1.1З1	Знает каналы передачи информации, протоколы
		И.ПК(У)-1.2	Выбирает и внедряет электротехническое оборудование в технологические процессы промышленных предприятий	ПК(У)-1.2В1	Владеет опытом исследования параметров электротехнического оборудования переменного тока
				ПК(У)-1.2У1	Умеет осуществлять выбор электрооборудования переменного тока в соответствии с требованиями технологического процесса
				ПК(У)-1.2З1	Знает достоинства и недостатки современного электрооборудования переменного тока

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля Блока 1 учебного плана образовательной программы.

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	Проектировать электропривода переменного тока	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД 2	Создавать имитационные модели и выполнять анализ результатов исследований	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2
РД 3	Настраивать тиристорные регуляторы напряжения и преобразователи частоты	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-1.2

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.
Раздел 1. Двигатели и преобразователи электроприводов переменного тока	РД1, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Скалярное управление электроприводами переменного тока	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел 3. Векторное управление электроприводами переменного тока без датчика скорости.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42
Раздел 4. Векторное управление электроприводами переменного тока с датчиком скорости. Анализ и синтез систем управления электроприводов переменного тока.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Двигатели и преобразователи электроприводов переменного тока

Определение понятия «электропривод переменного тока». Назначение электропривода переменного тока как средства обеспечения современных технологических процессов. Электропривод переменного тока как система. Структурная схема электропривода переменного тока, силовой и информационный каналы. Общие требования к электроприводу переменного тока

Уравнения асинхронного двигателя в неподвижной и вращающейся системе координат. Уравнения момента и движения асинхронного двигателя.

Регулирование скорости АД резисторами в цепи статора и ротора, изменением числа пар полюсов. Регулирование координат электропривода в системе преобразователь напряжения - асинхронный двигатель.

Темы лекций:

1. Схема включения, электромеханические и механические характеристики асинхронных двигателей. Регулирование скорости асинхронных двигателей изменением сопротивлений цепей обмоток статор и ротора.

Асинхронный электропривод с фазовым регулированием угловой скорости. Энергетическая эффективность асинхронных электроприводов с фазовым регулированием угловой скорости. Тиристорные пусковые устройства в электроприводах с асинхронными двигателями.

Темы практических занятий:

1. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по справочным данным.

2. Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя по каталожным данным

Названия лабораторных работ:

1. Исследование систем тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель.
2. Исследование систем плавного пуска асинхронных двигателей с тиристорными преобразователями напряжения.

Раздел 2. Скалярное управление электроприводами переменного тока

Принципы управления координатами асинхронного короткозамкнутого двигателя в разомкнутой структуре при изменении частоты питающего напряжения и различными стандартными нагрузками на валу электродвигателя. Схемы управления.

Обобщенная функциональная схема скалярного частотного управления асинхронным двигателем. Схема скалярного частотного управления с IR -компенсацией. Структурные схемы. Методы анализа и синтеза скалярных систем управления асинхронного двигателя.

Схема скалярного частотного управления с компенсацией момента и скольжения.

Темы лекций:

1. Частотное управление асинхронным электроприводом со скалярной IR -компенсацией в каналах регулирования напряжения и частоты. Частотное управление асинхронным электроприводом с векторной IR -компенсацией.

Механические и электромеханические характеристики электропривода со скалярной и векторной IR -компенсацией и различными коэффициентами компенсации момента и скольжения.

Темы практических занятий:

1. Расчет и построение естественных статических электромеханических характеристик асинхронного двигателя в программной среде Mathcad.
2. Расчет и построение естественной статической механической характеристики асинхронного двигателя в программной среде Mathcad.

Лабораторные работы:

1. Изучение устройства преобразователь частоты *Danfoss-302*.
2. Исследование систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель».

Раздел 3. Векторное управление электроприводами переменного тока без датчика скорости.

Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотным векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и регуляторами тока, выполненных в неподвижной и вращающейся системе координат. Схема регулирования скорости асинхронного двигателя с частотным векторным управлением с косвенной ориентацией по полю и задании тока в полярных координатах. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с косвенной ориентацией по полю построенная на базе автономного источника тока. Схема векторного частотно-токового регулирования скорости асинхронного двигателя с прямой ориентацией по вектору потокосцепления. Принципы построения бездатчиковых частотно-регулируемых электроприводов.

Темы лекций:

1. Векторное управление асинхронными двигателями. Преобразование координат в системах векторного управления. Основные принципы векторного управления асинхронным электроприводом. Структурная схема асинхронного двигателя при векторном управлении. Системы векторного управления без датчика скорости.

Темы практических занятий:

1. Составление схемы имитационной модели пуска асинхронного двигателя в программной среде MATLAB SIMULINK. Исследование пуска асинхронного двигателя прямым включением в сеть.
2. Исследование разомкнутых скалярных систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» в программной среде Mathcad. Коррекция вольт-частотной характеристики преобразователя частоты.

Лабораторные работы:

1. Исследование систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» с компенсацией момента.
2. Исследование систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» с компенсацией момента и скольжения.

Раздел 4. Векторное управление электроприводами переменного тока с датчиком скорости. Анализ и синтез систем управления электроприводов переменного тока.

Структурные схемы асинхронного электропривода с векторным управлением и датчиком скорости. Методика синтеза многоконтурных систем управления электроприводами переменного тока. Методика расчета статических и динамических характеристик и показателей качества работы частотно-регулируемых электроприводов с векторным управлением. Прикладные программы расчета. Вопросы линеаризации и адаптации. Цифровые системы управления работы частотно-регулируемыми электроприводами.

Темы лекций:

1. Структурная схема асинхронного электропривода с векторным управлением и датчиком скорости. Синтез параметров регуляторов тока, потокосцепления и скорости. Цифровые системы управления работы частотно-регулируемыми электроприводами.

Темы практических занятий:

1. Исследование разомкнутых и замкнутых систем «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» в программной среде Mathcad. Коррекция вольт – частотной характеристики преобразователя частоты.
2. Составление схемы имитационных моделей системы «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» в программной среде MATLAB SIMULINK. Исследование пуска электроприводов «Преобразователь частоты – асинхронный двигатель» с задатчиками интенсивности различного типа.

Лабораторные работы:

1. Исследование систем векторного управления без датчика обратной связи по скорости.
2. Исследование систем векторного управления с датчиком обратной связи по скорости.

Тематика курсовых проектов

1. Асинхронный тиристорный электропривод горизонтального конвейера
2. Асинхронный тиристорный электропривод центробежного насоса
3. Асинхронный тиристорный электропривод эскалатора
4. Асинхронный скалярный электропривод циркулярной пилы
5. Асинхронный тиристорный электропривод пластинчатого питателя

6. Скалярный асинхронный электропривод конусной дробилки
7. Асинхронный электропривод подъема мостового крана со скалярным управлением
8. Скалярный электропривод коксового выталкивателя
9. Скалярный электропривод горизонтального конвейера
10. Скалярный электропривод погружного насоса
11. Скалярный асинхронный электропривод поворотного конвейера
12. Скалярный асинхронный электропривод топливного насоса
13. Скалярный асинхронный электропривод вентилятора системы кондиционирования воздуха

Выбор темы курсового проекта осуществляется преподавателем.

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;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Выполнение курсового проекта;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Онищенко, Георгий Борисович. Теория электропривода: Учебник / Московский политехнический университет. — 1. — Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2015. — 294 с. — ВО - Бакалавриат. Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=452841>
2. Тимошкин В.В. Проектирование и исследование асинхронных электроприводов: учебное пособие / В. В. Тимошкин, И. А. Чернышев, А. Ю. Чернышев, Н. А. Воронина; Томский политехнический университет. – Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 151 с.
3. Чернышев А. Ю. Электропривод переменного тока: учебное пособие для вузов / А. Ю. Чернышев, Ю. Н. Дементьев, И. А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2-е изд.. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – 210 с. – Серия: Университеты России.

Дополнительная литература:

1. Москаленко, В. В. Электрический привод: Учебник / Москаленко В.В. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с. (Высшее образование: Бакалавриат) - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/443646> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Овсянников, Е. М. Электрический привод: Учебник / Е.М. Овсянников. - Москва : Форум, 2011. - 224 с.: ил.; Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/232504> (дата обращения: 02.11.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Чернышев А.Ю. Электроприводы переменного тока фирмы DANFOS. Лабораторный практикум: учебное пособие / А.Ю. Чернышев, С.В. Ланграф, И.А Чернышев;

Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 154 с.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Профессиональные Базы данных:

1. Информационно-справочная система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
2. Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
6. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

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**):

1. MatLab 2019b (vap.tpu.ru)
2. MS Office (vap.tpu.ru)
3. MathCad
4. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
5. Document Foundation LibreOffice;
6. Cisco Webex Meetings
7. Zoom Zoom.

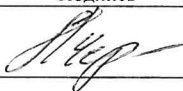
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 301	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Стул - 6 шт.; Стол для преподавателя - 1 шт.; Скамья - 1 шт.; Парта - 67 шт.; Microsoft Office standard
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 126	Компьютер - 20 шт. Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; MATLAB Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License) Simulink Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License) Microsoft Office standard

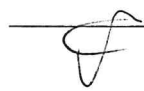
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль – «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод», специализация – «Электропривод и автоматизация технологических комплексов» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент, к.т.н.		А.Ю. Чернышев

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой – руководитель
отделения на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.

 /А.С. Ивашутенко/