

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

Вентильный электропривод

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 вентильный электропривод	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 регуляторы преобразователей для вентильного электропривода	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. Вентильные электродвигатели (ВД) и преобразователи для ВД	РД1, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Система управления (СУ) электроприводов по схеме управляемый выпрямитель-ДПТ	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	38
Раздел 3. СУ электроприводов по схеме импульсного регулятор напряжения-ДПТ	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42
Раздел 4. Система управления электроприводов по схеме вентильный коммутатор-бесконтактный двигатель постоянного тока (БДПТ)	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42

4. Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Вентильные электродвигатели (ВД) и преобразователи для ВД

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

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

Регулирование скорости ВД. Регулирование координат электропривода в системе вентильный коммутатор-БДПТ.

Темы лекций:

1. Схема включения, электромеханические и механические характеристики вентильных двигателей. Регулирование скорости вентильных двигателей с датчиком положения ротора.

Энергетическая эффективность вентильных электроприводов. Вентильные коммутаторы, управляемые от датчика положения ротора.

Темы практических занятий:

1. Методика определения параметров схемы замещения вентильного двигателя.

2. Определение параметров схемы замещения вентильного двигателя по каталожным данным

Названия лабораторных работ:

1. Исследование принципа действия электропривода с вентильным двигателем.

2. Исследование систем плавного пуска вентильных двигателей.

Раздел 2. Система управления (СУ) электроприводов по схеме управляемый выпрямитель-ДПТ

Принципы импульсно-фазового управления тиристорный выпрямителем.

Принципы управления скоростью и током (моментом) электропривода по системе УВ-ДПТ. Схемы управления.

Обобщенная функциональная схема управления вентильным электроприводом. Структурные схемы. Методы анализа и синтеза систем управления вентильным электроприводом при регулировании тока (момента) и скорости.

Темы лекций:

1. Система управления электропривода по схеме управляемый выпрямитель-ДПТ;
2. Принципы регулирования напряжения на примере схемы электропривода с нулевым однофазным и трехфазным преобразователем;
3. Принципы регулирования напряжения в мостовой однофазной и трехфазной схемы управляемого выпрямителя;
4. Схема замещения системы управляемый выпрямитель-ДПТ;
5. Режим непрерывного тока системы УВ-ДПТ. Границы устойчивого инверторного режима;
6. Режим прерывистого тока системы УВ-ДПТ;
7. Реверсивный электропривод системы УВ-ДПТ.

Темы практических занятий:

1. Расчет и построение естественных статических электромеханических характеристик вентильного электропривода в программной среде Mathcad.
2. Расчет и построение естественной статической механической характеристики вентильного электропривода в программной среде Mathcad.
3. Энергетические показатели системы УВ-ДПТ.

Лабораторные работы:

1. Изучение устройства преобразователь частоты *КЕМЕК*.
2. Исследование систем «Управляемый выпрямитель – двигатель постоянного тока».

Раздел 3. СУ электроприводов по схеме импульсный регулятор напряжения-ДПТ
--

При питании двигателя от электрической сети постоянного тока регулирование скорости двигателя может быть осуществлено периодическим подключением его к сети импульсный регулятор напряжения.

Регулирование скорости по схеме импульсный регулятор напряжения-ДПТ. Схема импульсного регулирования скорости ДПТ с нереверсивным нулевым и мостовым преобразователем однофазным и трехфазным. Симметричный, несимметричный и поочередный законы коммутации ключей ИРН. Электромеханические и механические характеристики системы импульсный регулятор напряжения-ДПТ в режиме непрерывного и прерывистого тока для разных схем ИРН и законов коммутации. Принципы построения вентильных регулируемых электроприводов.

Темы лекций:

1. Принципы построения вентильных регулируемых электроприводов. Схема импульсного регулирования скорости ДПТ с нереверсивным нулевым и мостовым преобразователем однофазным и трехфазным. Симметричный, несимметричный и поочередный законы коммутации ключей ИРН. Электромеханические и механические характеристики системы импульсный регулятор напряжения-ДПТ.

Темы практических занятий:

1. Составление схемы имитационной модели пуска вентильного электропривода с импульсным управлением в программной среде MATLAB SIMULINK. Исследование пуска

асинхронного двигателя прямым включением в сеть.

2. Исследование разомкнутых систем «импульсный регулятор напряжения-ДПТ» в программной среде Mathcad.

Лабораторные работы:

1. Исследование неревверсивных схем электропривода «Импульсный регулятор напряжения-ДПТ».

2. Исследование реверсивных схем электропривода «импульсный регулятор напряжения-ДПТ».

Раздел 4. Система управления электроприводов по схеме вентильный коммутатор-бесконтактный двигатель постоянного тока (БДПТ)

Структурные схемы вентильного электропривода по схеме по схеме вентильный коммутатор-БДПТ. Методика синтеза многоконтурных систем управления электроприводами по схеме вентильный коммутатор-БДПТ. Методика расчета статических и динамических характеристик и показателей качества работы вентильных регулируемых электроприводов с БДПТ. Прикладные программы расчета. Вопросы линеаризации и адаптации. Цифровые системы управления работы частотно-регулируемыми электроприводами.

Темы лекций:

1. Структурная схема вентильного электропривода по схеме вентильный коммутатор-БДПТ. Синтез параметров регуляторов тока и скорости. Цифровые системы управления работы электропривода по схеме вентильный коммутатор-БДПТ.

Темы практических занятий:

1. Исследование разомкнутых и замкнутых систем по схеме «Вентильный коммутатор-БДПТ» в программной среде Mathcad.

2. Составление схемы имитационных моделей системы «Вентильный коммутатор-БДПТ» в программной среде MATLAB SIMULINK. Исследование пуска электроприводов по схеме «Вентильный коммутатор-БДПТ» с задатчиками интенсивности различного типа.

Лабораторные работы:

1. Исследование систем Вентильный коммутатор-БДПТ без датчика обратной связи по скорости.

2. Исследование систем Вентильный коммутатор-БДПТ с датчиком обратной связи по скорости.

Тематика курсовых проектов

1. Вентильный электропривод горизонтального конвейера
 2. Тиристорный электропривод центробежного насоса
 3. Тиристорный электропривод эскалатора
 4. Вентильный электропривод циркулярной пилы
 5. Вентильный тиристорный электропривод пластинчатого питателя
 6. Вентильный электропривод конусной дробилки
 7. Вентильный электропривод подъема мостового крана
 8. Вентильный электропривод коксового выталкивателя
 9. Вентильный электропривод горизонтального конвейера
 10. Вентильный электропривод погружного насоса
 11. Вентильный электропривод поворотного конвейера
 12. Вентильный асинхронный электропривод топливного насоса
 13. Вентильный 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 :НИИЦ 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.

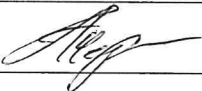
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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

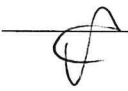
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль – «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод», специализация – «Электропривод и автоматизация технологических 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 – руководителя
отделения на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.

 /А.С. Ивашутенко/