

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 ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропри- вод		
Специализация	Электропривод и автоматизация технологи- ческих 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	8	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч			168
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выде- ленной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной атте-
стации

**Экзамен
диф.зачет**

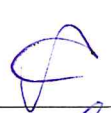
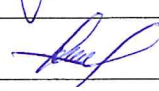
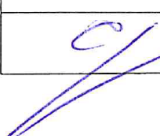
Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой
– руководителя отделения на
правах кафедры

Руководитель ООП

Преподаватель

	А.С. Ивашутенко
	А.Г. Гарганеев
	С.В. Ляпушкин

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.

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-3	Способен оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки проекта системы электропривода	И.ПК(У)-3.1	Выполнение технического задания на разработку системы электропривода	ПК(У)-3.1В1	Владеет навыками изучения материалов для составления технического задания на разработку проекта системы электропривода
				ПК(У)-3.1У1	Умеет выполнять необходимые расчеты для оформления технического задания на разработку проекта системы электропривода
				ПК(У)-3.1З1	Знает правила составления технического задания на разработку проекта системы электропривода
		И.ПК(У)-3.2	Выполнение комплекта конструкторской документации эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода	ПК(У)-3.2В1	Владеет методами анализа исходных материалов для оформления комплектов конструкторских документов на различных стадиях проектирования системы электропривода
		И.ПК(У)-3.3	Разработка простых узлов, блоков системы электропривода	ПК(У)-3.2У1	Умеет выполнять расчеты для эскизного, технического и рабочего проектов системы электропривода
				ПК(У)-3.2З1	Знает системы автоматизированного проектирования
				ПК(У)-3.3В1	Владеет навыками: анализа частного технического задания на разработку простых узлов, блоков системы электропривода; сбора информации о существующих технических решениях по простым узлам, блокам системы электропривода, аналогичным подлежащим разработке, разработки комплектов конструкторской документации простых узлов и блоков на различных стадиях проектирования системы электропривода

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:

Таблица 2

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
№ п/п	Результат	
РД1	Знание правил составления технического задания на разработку проекта системы электропривода	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2
РД2	Знание элементной базы предметной области, тенденции ее развития, умение выбирать оборудование для конкретного проектируемого объекта.	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2
РД3	Знание систем автоматизированного проектирования	И.ПК(У)-3.2
РД4	Знание методов и способов разработки простых узлов, блоков системы электропривода	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-3.2 И.ПК(У)-3.3

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

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Таблица 3

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Автоматизированные технологические комплексы	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 2. Типовые автоматизированные электроприводы. Электропривод механизмов непрерывного действия с нагрузкой, зависящей от скорости	РД 2, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Электропривод механизмов циклического действия	РД4	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	50
Раздел 4. Электропривод механизмов позиционного типа с переменной по характеру изменения нагрузкой. Электропривод механизмов автоматического слежения	РД 2, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	48

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Автоматизированные технологические комплексы

Введение. Основные понятия. Функциональная схема современного автоматизированного технологического комплекса. Технические средства комплексов. Энергетические сети. Информационные сети. Режимы работы технологического оборудования и электроприводов. Взаимосвязанные электромагнитные подсистемы. Взаимосвязанные механические подсистемы. Алгоритмы управления электроприводов.

Лабораторная работа:

Комплектный регулируемый тиристорный электропривод постоянного тока общепро-

Раздел 2. Типовые автоматизированные электроприводы. Электропривод механизмов непрерывного действия с нагрузкой, зависящей от скорости

Унифицированные системы электропривода. Блочно-модульные принципы комплектования автоматизированных электроприводов. Электропривод переменного тока. Электропривод постоянного тока. Модернизация современных систем электропривода постоянного тока производственных механизмов. Примеры: механизмы центробежного типа (насосы, компрессоры, вентиляторы, дымососы, гребные винты, центробежные пилы).

Эксплуатационные характеристики. Способы регулирования производительности. Системы с потерей энергии скольжения и возвратом ее в сеть (каскадные схемы). Вопросы экономии электрической энергии. Выбор типа электропривода.

Типовые схемы управления. Примеры электроприводов и автоматизации технологических процессов.

Лабораторные работы:

1. Исследование двухкоординатного электропривода с управлением от контроллера.
2. Асинхронный электропривод с регулятором напряжения для механизмов с вентиляторной характеристикой нагрузки.

Раздел 3. Электропривод механизмов циклического действия

Примеры: механизмы одноконцевого действия (подъемные лебедки экскаваторов и кранов, конусов и зондов доменной печи и т.п.) и механизмы двухконцевого действия (подъемники, лифты и т.п.).

Особенности нагрузочных диаграмм. Требования к электроприводу. Регулирование координат, ограничение механических перегрузок. Выбор типа электропривода.

Особенности систем управления электроприводов. Примеры электроприводов механизмов циклического действия, управляемых оператором. Примеры: механизмы инерционного типа (экскаваторы, антенны, мосты и тележки кранов), продольно-строгальные и плоскошлифовальные станки, прокатные станы.

Нагрузочные диаграммы, приемы расчета мощности приводного двигателя, требования к электроприводу и выбор его типа. Особенности регулирования координат. Общие вопросы выбора системы регулирования электроприводов рассматриваемых механизмов.

Примеры типовых структур и комплектных регулируемых электроприводов общепромышленного назначения и электроприводов механизмов циклического действия, управляемых оператором.

Лабораторные работы:

1. Комплектный цифровой регулируемый тиристорный электропривод постоянного тока общепромышленного назначения фирмы АВВ.
2. Реализация и исследование цифро-аналогового регулируемого электропривода на базе МК контроллера.

Раздел 4. Электропривод механизмов позиционного типа с переменной по характеру изменения нагрузкой. Электропривод механизмов автоматического слежения

Примеры: механизмы точного позиционирования (лифты, подъемники, обрабатывающие центры, роботы, нажимные винты и т.п.). Факторы, влияющие на точность останова. Выбор системы управления электропривода. Примеры электроприводов механизмов циклического действия с цикловой автоматизацией и с позиционной автоматизацией. Точность слежения. Особенности проектирования следящих электроприводов. Электроприводы механизмов подачи с числовым программным управлением. Примеры: конвейеры, рольганги, эскалаторы, канатные дороги, технологические линии по обработке непрерывных материалов, главные движения станков токарной и сверлильной групп и т.п. Нагрузочные диаграммы. Особенности статических и динамических режимов. Требования к регулированию координат. Выбор типа электропривода. Типовые схемы управления. Примеры электроприводов и автоматизации технологических процессов.

Лабораторные работы:

1. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод общепромышленного назначения (ABB, Danfoss).

2. Исследование цифро-аналогового следящего электропривода на базе микроконтроллера и электропривода КЕМЕК.

Тематика курсовых проектов

1. Расчет механической системы электропривода горизонтальной двухвалковой клетки непрерывного прокатного стана.

2. Расчет механической системы электропривода ленточного конвейера.

3. Расчет механической системы электропривода вентиляторной установки.

4. Расчет механической системы электропривода элеваторной установки.

Выбор темы курсового проекта осуществляется преподавателем.

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Фролов, Ю. М. Регулируемый асинхронный электропривод [Электронный ресурс] / Фролов Ю. М., Шелякин В. П. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 464 с. – Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. — ISBN 978-5-8114-2177-2.
2. Дементьев Ю. Н. Асинхронный частотно-регулируемый электропривод типовых производственных механизмов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. Н. Дементьев [и др.]. — 1 компьютерный файл (pdf; 3,1 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m083.pdf>
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.: ил.
4. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов учебное пособие: / Л. С. Удут, О. П. Мальцева, Н. В. Кояин; Томский политехнический университет. — 2-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007- Ч. 8: Асинхронный частотно-регулируемый электропривод.

Дополнительная литература:

1. Онищенко Г.Б., Аксенов М.И. и др. Автоматизированный электропривод промышленных установок. - М.: РАСХН - 2001. 520 с.
2. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты: – Екатеринбург: УРО РАН, 2000. 654 с.
3. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. Для вузов. - М.: Высш. шк., 2001 – 327 с.: ил.

4. Москаленко, Владимир Валентинович. Электрический привод: учебник для вузов / В. В. Москаленко. — Москва: Инфра-М, 2015. — 363 с.: ил.
5. Онищенко Г. Б. Электрический привод: учебник / Г. Б. Онищенко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Академия, 2013. — 288 с.: ил.
6. Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах. — Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 1998. — 172 с.: ил.

6.2 Информационное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), 2-е изд. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m281.pdf>.
2. Удут Л. С. Проектирование и исследование автоматизированных электроприводов учебное пособие: в 8 ч.: / Л. С. Удут, О. П. Мальцева, Н. В. Кояин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электропривода и электрооборудования (ЭПЭО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012- Ч. 8: Асинхронный частотно-регулируемый электропривод. — 2-е изд., перераб. и доп. — 1 компьютерный файл (pdf; 6.2 MB). — 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m137.pdf>
3. <http://www.abb.com/product/us/9AAC100211.aspx> – фирма ABB
4. <http://www.danfoss.com/Products/Literature/Technical+Documentation.htm> – фирма Danfoss

6.2. Информационное и программное обеспечение

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/>

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

1. MatLab Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License)
2. Simulink Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses (per License)
3. MathCad
4. Office standart
5. MatLab 2019b (vap.tpu.ru)
6. MS Office (vap.tpu.ru)
7. Mathcad
8. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
9. Document Foundation LibreOffice;
10. Cisco Webex Meetings
Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Основное материально-техническое обеспечение дисциплины представлено в табл. 4.

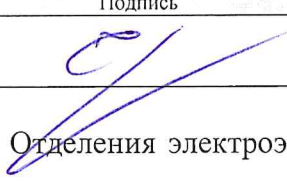
Таблица 4

Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, компьютерных классов, учебных лабораторий, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение), с указанием корпуса и номера аудитории
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Microsoft Office standard	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 325
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Microsoft Office standard MatLab 2019b	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 326
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Тумба подкатная - 1 шт.; Стол лабораторный - 3 шт.; Стенд базовый СШД-5 - 1 шт.; Стенд "Электрический привод ЭП1-С-К" - 1 шт.; Стенд "Электро-монтаж и наладка шкафов управления" - 1 шт.; Стенд базовый САД-1 - 1 шт.; Учебно-лабораторный стенд "Электрический привод" - 4 шт.; Электрический привод (стендовое исполнение, компьютеризированная версия) ЭП1-С-К - 1 шт.; Стенд базовый СДПТ-1 - 1 шт.; Стенд базовый СМВС-1 - 1 шт.; Стенд базовый СДПТ-2 - 1 шт.	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 121

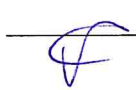
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль – «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод», специализация – «Электропривод и автоматизация технологических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

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
доцент, к.т.н.		С.В. Ляпушкин

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/