

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПЭ

Матвеев А.С.
«___» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ЭЛЕКТРОПРИВОД В СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

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 технологиче- ских 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)-5	Способен разрабатывать проекты системы электропривода	И.ПК(У)-5.1	Разработка концепции системы электропривода	ПК(У)-5.1B1	Владеет сбором информации о системах электропривода и используемом оборудовании ведущих производителей; определением критериев отбора участников работ по подготовке проектной документации и отбору исполнителей таких работ, а также по координации деятельности исполнителей таких работ; разработкой вариантов структурных схем систем электропривода и выбор оптимальной и частных технических заданий на проектирование отдельных частей системы электропривода
				ПК(У)-5.1Y1	Умеет осуществлять постановку задачи работникам на проведение оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода и разработку отдельных частей этого проекта
				ПК(У)-5.131	Знает правила разработки проектов системы электропривода; правила проведения обследования оборудования электропривода; методики определения характеристик оборудования для проекта системы электропривода; критерии оценки эффективности работы и методы повышения энергоэффективности оборудования, для которого разрабатывается проект системы ЭП
		И.ПК(У)-5.2	Разработка комплекта конструкторской документации системы электропривода	ПК(У) - 5.2B1	Владеет выбором оборудования для системы электропривода; объединением отдельных частей проекта системы электропривода, выполненных работниками, осуществляющими проектирование, в единый комплект проектной и/или рабочей документации
				ПК(У) - 5.2Y1	Умеет применять правила разработки проектов, типовые проектные решения системы электропривода
				ПК(У)-5.231	Знает правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на системы ЭП; существующие системы ЭП, разработанные отечественными и зарубежными производителями

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 методов, способов получения и обработки информации, умение пользоваться программными средами для получения новых знаний, обладание опытом использования программ для эффективной профессиональной деятельности	И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2
РД5	Знание закономерностей и концепций развития научной области, умение анализировать полученную информацию, обладание опытом изложения своей точки зрения и решения инженерно-технических задач	И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2
РД3	Знание экологических, экономических и социальных аспектов предметной области, умение анализировать текущее техническое состояние объектов энергоснабжения, обладание опытом подготовки необходимых данных по исследуемому объекту, представления и защиты результатов своей деятельности	И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2
РД4	Знание элементной базы предметной области, тенденции ее развития, умение выбирать оборудование для конкретного проектируемого объекта	И.ПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.2

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 в современных технологиях. 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 в современных технологиях	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 авто-	РД 2, РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	48

матического слежения в современных технологиях.			
---	--	--	--

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Автоматизированные технологические комплексы

Введение. Основные понятия. Функциональная схема современного автоматизированного электропривода в современных технологиях. Технические средства комплексов. Энергетические сети. Информационные сети.

Режимы работы электроприводов в современных технологиях. Взаимосвязанные электромагнитные подсистемы. Взаимосвязанные механические подсистемы. Алгоритмы управления электроприводов в современных технологиях.

Лабораторная работа:

Комплектный регулируемый тиристорный электропривод постоянного тока общепромышленного назначения ЭПУ2.

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

Унифицированные системы электроприводов в современных технологиях. Блочномодульные 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 экономики 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 в современных технологиях

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 микроконтроллера.

Раздел 4. Электропривод механизмов позиционного типа с переменной по характеру изменения нагрузки. Электропривод механизмов автоматического слежения в современных технологиях

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. Регулируемый электропривод погружного насоса в нефтедобыче.
 2. Регулируемый электропривод крановых механизмов.
 3. Регулируемый электропривод пассажирского лифта.
 4. Регулируемый электропривод конвейера различных типов.
 5. Регулируемый электропривод насосной установки.
 6. Регулируемый электропривод компрессорной 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 МВ). – 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 (ЭНИН), 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 МВ). — 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из кор-

поративной 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.

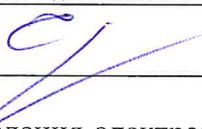
Таблица 4

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.	<i>Специализированная лекционная:</i> Проектор LG DX 130, Компьютер NewLine, экран	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 315
2.	<i>Лаборатория общепромышленных механизмов и автоматизации технологических процессов: Лабораторные стенды:</i> Электропривод переменного тока с частотными преобразователями ABB-ACS-600 – 1 шт., DANFOSS 051 – 1 шт., FC302 – 1 шт., и тиристорным преобразователем ABB-ACS-500 – 1 шт.; Электропривод постоянного тока с тиристорным преобразователем ЭПУ-2 – 1 шт.; Сервопривод «Панасоник», MINAS A4 – 1 шт.; Комплектный электропривод «Климатика-1» – 1 шт. Электропривод постоянного тока на базе тиристорного преобразователя КЕМЕК – 1 шт.; программируемый контроллер INTEL «80C196KC» – 1 шт.; Электропривод переменного тока с частотным преобразователем «ВЕСПЕР» – 1 шт.	г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 234

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 2019 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 «27» июня 2019 г. № 6).

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

 /А.С. Ивашутенко/

Лист изменений ООП:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения ЭЭ (протокол)	Утверждено на ученом совете ИШЭ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение дисциплин: Теория электромеханического преобразования энергии; Электропривод переменного тока; Вентильный электропривод; Электропривод общепромышленных механизмов и технологических комплексов; Электропривод в современных технологиях, Комплексная автоматизация технологических процессов; Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности; Научно-исследовательская работа в семестре; Факультативные дисциплины по выбору студента; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Преддипломная практика; Программа итоговой государственной аттестации. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем дисциплин: Теория электромеханического преобразования энергии; Электропривод переменного тока; Вентильный электропривод; Электропривод общепромышленных механизмов и технологических комплексов; Электропривод в современных технологиях, Комплексная автоматизация технологических процессов; Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности; Научно-исследовательская работа в семестре; Факультативные дисциплины по выбору студента; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Преддипломная практика; Программа итоговой государственной аттестации. 3. Обновлено содержание дисциплин: Теория электромеха-	от «25» июня 2020 г. №6	от «25» июня 2020 г. №7

	нического преобразования энергии; Электропривод переменного тока; Вентильный электропривод; Электропривод общепромышленных механизмов и технологических комплексов; Электропривод в современных технологиях, Комплексная автоматизация технологических процессов; Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности; Научно-исследовательская работа в семестре; Факультативные дисциплины по выбору студента; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Преддипломная практика; Программа итоговой государственной аттестации. 4. Обновлен список литературы дисциплин: Теория электро-механического преобразования энергии; Электропривод переменного тока; Вентильный электропривод; Электропривод общепромышленных механизмов и технологических комплексов; Электропривод в современных технологиях, Комплексная автоматизация технологических процессов; Автоматизация технологических комплексов и систем в промышленности; Научно-исследовательская работа в семестре; Факультативные дисциплины по выбору студента; Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Преддипломная практика; Программа итоговой государственной аттестации. 5. Обновлены места практик (Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности; Преддипломная практика) 6. Обновлены критерии оценивания ВКР (Фонд оценочных средств государственной итоговой аттестации) 7. Обновлен паспорт оценивания ВКР (Фонд оценочных средств государственной итоговой аттестации). 8. О признании Минтруд России утратившим силу (приказ Минтруда России от 26.12.2019 №832н, зарегистрирован в Минюсте России от 01.06.2020 №58533) Профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образова-		
--	--	--	--

	ния и дополнительного профессионального образования», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 608н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38993),		