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

УТВЕРЖДАЮ
Директор Инженерной школы энергетики
_____ А.С. Матвеев
«___»_____2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ

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)	**3**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**8**
	Практические занятия		**32**
	Лабораторные занятия		**8**
	ВСЕГО		**48**
Самостоятельная работа, ч			**60**
ИТОГО, ч			**108**

Вид промежуточной аттестации	**Зачёт**	Обеспечивающее подразделение	**ОЭЭ**

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ на правах кафедры		А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП		А.Г. Гарганеев
Преподаватель		В.А. Данекер

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП состава компетенций (результатов освоения) для подготовки к профессиональной деятельности.

ПК(У)-2	Способен применять методы создания и анализа имитационных моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.	И.ПК(У)-2.1	Представляет электротехнические комплексы и системы в виде структурных и функциональных схем	ПК(У)- 2.1В1	Владеет способами создания имитационных моделей электротехнических комплексов и систем
				ПК(У)- 2.1У1	Умеет моделировать различные структурные схемы электротехнических систем и выполнять их анализ
				ПК(У)- 2.1З1	Знает основные критерии устойчивости, наблюдаемости, управляемости и качества управления электротехническими системами

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Теория электромеханического преобразования энергии» относится к вариативной части Междисциплинарного профессионального модуля 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	Ставить и решать задачи инженерного анализа, используя глубокие фундаментальные знания и аналитические методы для оценки технического состояния электромеханических устройств и систем	И.ПК(У)-2.1
РД 2	Выполнять инженерные проекты с применением оригинальных методов проектирования электромеханических устройств и систем	И.ПК(У)-2.1
РД 3	Проводить инновационные инженерные исследования электромеханических устройств и систем	И.ПК(У)-2.1

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[1]	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Введение в теорию электромеханического преобразования энергии (ТЭМПЭ)	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 2. Уравнения ТЭМПЭ	РД 1	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 3. Классификация электромеханических преобразователей энергии (ЭМПЭ)	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	15
Раздел (модуль) 4. Имитационное моделирование ЭМПЭ	РД 1, РД 2	Лекции	2
		Практические занятия	10
		Лабораторные работы	2
		Самостоятельная работа	15

4. Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в теорию электромеханического преобразования энергии

Определение понятия «электромеханический преобразователь энергии». Содержание курса и его место в обучении. Исторические этапы развития электромеханических преобразователей энергии. Принципы повышения энергоемкости конструкций преобразователей. Основные теоретические подходы к математическому описанию процессов в электромеханических преобразователях энергии. Теории электромеханического преобразования энергии, основанные на энергетическом подходе.

Лабораторная работа: Исследование замкнутой системы тиристорный преобразователь напряжения – двигатель постоянного тока.

Раздел 2. Уравнения теории электромеханического преобразования энергии, схемы замещения

Основные физические величины. Базовые законы электромеханического преобразования энергии. Законы Кирхгофа. Сила Лоренца. Сила Ампера. Пондеромоторные силы. Уравнения электрического и магнитного полей. Силы электромагнитного и электростатического характера. Принципы энергетического равновесия. Потенциальная энергия системы заряженных проводников и неподвижных проводников с током. Выражение сил и моментов через изменение энергии. Силы и моменты, выраженные через изменение взаимной индуктивности или взаимоемкости. Схемы замещения. Дуально-инверсная электромеханика. Электрические схемы замещения. Механические схемы замещения. Последовательные и параллельные механические и электрические цепи, их прямые и обратные аналоги, системы с большим числом степеней свободы. Комбинированные схемы замещения. Уравнения Максвелла. Уравнения Лагранжа для электромеханических систем. Обобщенная электрическая машина. Принципы составления систем дифференциальных уравнений преобразователей. Вращающаяся и неподвижная система координат для преобразователей вращательного движения.

Лабораторная работа: Исследование замкнутой системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель

Раздел 3. Классификация электромеханических преобразователей энергии

Классификация электромеханических преобразователей энергии: магнитные и электрические преобразователи; магнитные преобразователи с одной или несколькими обмотками, с постоянными магнитами, магнитострикционные преобразователи; электрические преобразователи конденсаторного и пьезоэлектрического типа. Конструктивные особенности. Энергетическая эффективность. Основные параметры. Конструктивные особенности. Схема замещения индуктивного преобразователя энергии. Электродвигатель постоянного тока. Электродвигатель переменного тока. Источники питания. Уравнения электрического равновесия и электромагнитного момента. Основные конструкции и характеристики. Области применения. Схема замещения емкостного преобразователя энергии. Уравнения электрического поля и сил. Источники питания. Основные конструкции и характеристики. Области применения. Уравнения магнитострикционных и пьезоэлектрических преобразователей энергии. Основные конструкции и характеристики. Области применения.

Лабораторная работа: Исследование характеристик емкостных микродвигателей.

Раздел 4. Имитационное моделирование электромеханических преобразователей энергии

Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутта. Начальные условия. Выбор шага моделирования. Сходимость методов моделирования. Решение уравнений, основанных на энергетическом подходе.

Лабораторная работа: Переходные характеристики в системе тиристорный преобразователь напряжения – двигатель постоянного тока.

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 тематикам практических и лабораторных работ;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим работам;
- Выполнение курсового проекта;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Оценка качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Положением о промежуточной аттестации студентов Томского политехнического университета». Максимальное количество баллов по дисциплине в семестре – 100 баллов.

Зачет: 55-100 баллов.

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам оценочных мероприятий

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Методическое обеспечение

Основная литература:

1. Серебряков А. С. Трансформаторы: учебное пособие для вузов / А. С. Серебряков. - Москва: Изд-во МЭИ, 2014. - 360 с.: ил.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C256618

2. Епифанов, А. П.. Электрические машины [Электронный ресурс] / Епифанов А. П.,Епифанов Г. А.,. — 1-е изд.. — Лань, 2017. — 300 с.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/LANBOOK%5C95139

3. Мещеряков В. Н. Асинхронные машины: учебное пособие / В. Н. Мещеряков, Д. И. Шишлин. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 108 с.: ил.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C269326

4. Электротехника и электроника в электромеханических системах горного производства : учебное пособие / Б. С. Заварыкин [и др.]; Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2018. — 303 с.: ил.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C369858

Дополнительная литература:

1. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 : учебное пособие / С. Г. Герман-Галкин. — СПб.: Корона принт, 2010. — 320 с.: ил.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C203617

2. Жуловян В. В. Основы электромеханического преобразования энергии: учебник / В. В. Жуловян. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2014. — 427 с.: ил.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C316844

3. Копылов И.П., Фрумин В.Л. Электромеханическое преобразование энергии в вентильных двигателях. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с.
http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C54239

7.2 Информационное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Данекер В. А. Теория электромеханического преобразования энергии : электронный курс [Электронный ресурс] / В. А. Данекер; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра электропривода и электрооборудования (ЭПЭО). — Электрон. дан.. — Томск: TPU Moodle, 2014. http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=52
2. http://www.ngpedia.ru/id307704p1.html
3. http://www.nehudlit.ru/books/detail1186509.html
4. http://elmech.mpei.ac.ru/books/edu/SRD/Chapter2.html
5. http://www.twirpx.com/file/188430/
6. http://naproverku.net/elektromexanicheskoe-p-e.html
7. http://edu.ru/modules.php?page_id=6&name=Web_Links&l_op=viewlinkinfo&lid =85016

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

7-Zip; AdAstra Trace Mode IDE 6 Base; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; DOSBox; Google Chrome; Modus Модус демо-версия; Mozilla Firefox ESR; Notepad++; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Top Systems T-FLEX CAD Education; TOR Coop Elcut Student; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView

8. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для проведения занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, г. Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, ауд. 326	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Microsoft Office standard
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, г. Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, ауд. 325	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 46 посадочных мест; Microsoft Office standard
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, г. Томская область, г. Томск, Усова улица, д.7, ауд. 126	Компьютер - 20 шт. Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; MATLAB Classroom new Product From 100 Concurrent Licenses Microsoft Office standard MathCad

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 «Электро- и теплотехника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ, к.т.н.		В.А. Данекер

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/

Приложение 1

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 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. 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),		