

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

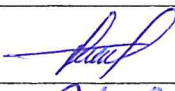
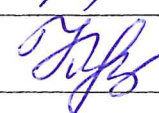
УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПЭ

Матвеев А.С.
«___» _____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Теория электропривода		
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	1	1 семестр
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	24
	Лабораторные занятия	24
	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		Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП		Гарганеев А.Г.
Преподаватель		Кладиев С.Н.

2020г.

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)-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)-5.1У1	Умеет осуществлять постановку задачи работникам на проведение оборудования, для которого разрабатывается проект системы электропривода и разработку отдельных частей этого проекта
				ПК(У)-5.1З1	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 электропривода
		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)-5.2У1	Умеет применять правила разработки проектов, типовые проектные решения системы электропривода
				ПК(У)-5.2З1	Знает правила разработки комплектов проектной и рабочей документации на системы электропривода; существующие системы электропривода, разработанные отечественными и зарубежными производителями

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1, Междисциплинарному профессиональному модулю дисциплин учебного плана образовательной программы «Электромеханические системы автономных объектов и автоматизированный электропривод».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД 1	Применять инженерные знания для решения задач расчета и анализа устройств электропривода, объектов и систем.	И.ПК(У)-5.1
РД 3	Уметь проектировать регулируемые электроприводы постоянного и переменного тока любого назначения в различной технической реализации для промышленных установок	И.ПК(У)-5.2
РД 4	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования по заданной методике, связанные с определением параметров, основных характеристик электропривода, обрабатывать результаты экспериментов и делать выводы.	И.ПК(У)-5.2
РД 5	Применять методы компьютерного моделирования для расчета и анализа установившихся и переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока	И.ПК(У)-5.1

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные показатели способов регулирования координат. Разомкнутая электромеханическая система, как объект управления	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел 2. Система генератор – двигатель. Система тиристорный преобразователь – двигатель	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел 4. Регулирование тока и момента электропривода. Реостатное регулирование момента в системе с АД с фазным ротором. Система источник тока – двигатель	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Регулирование тока и момента электропривода. Автоматическое регулирование момента в системе управляемый преобразователь частоты – двигатель	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел 6. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП – двигатель, настройка регулятора момента. Частотное регулирование момента АД	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 7. Регулирование скорости электропривода постоянного и переменного тока. Свойства электропривода при настройке контура на технический и симметричный оптимум	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	3
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	18
Раздел 8. Каскадные одноконтурные системы регулирования скорости асинхронного ЭП	РД-1, РД-3, РД-4, РД-5	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные положения курса

Аннотированное содержание раздела дисциплины

Основные показатели способов регулирования координат. Разомкнутая электромеханическая система, как объект управления. Электромеханическая схема электропривода постоянного тока с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Электромеханическая схема электропривода постоянного тока с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения. Электромеханическая система с асинхронным двигателем. Динамические свойства электропривода с линейной механической характеристикой.

Темы лекций:

1. Разомкнутая электромеханическая система, как объект управления (2 ч.).

Темы практических занятий:

1. Обобщенная разомкнутая электромеханическая система с линейной механической характеристикой (4 ч.).

Раздел 2. Система Г-Д. Система ТП-Д постоянного тока

Аннотированное содержание раздела дисциплины

Обобщенное математическое описание динамических процессов электромеханического преобразования энергии. Исходные уравнения. Координатные и фазные преобразования уравнений обобщенной машины. Комплексная форма записи уравнений.

Темы лекций:

1. Система генератор-двигатель. Система тиристорный преобразователь-двигатель (2 ч.).

Темы практических занятий:

1. Определение диапазона регулирования скорости в разомкнутой системе тиристорный возбудитель – Г-Д при равномерно ускоренном процессе пуска электропривода (2 ч.).
2. Определение параметров структурной схемы электропривода по системе ТП-Д и оценить колебательность разомкнутой электромеханической системы для режима непрерывного тока (2 ч.).

Названия лабораторных работ:

1. Идентификация параметров двухмассовой модели механической части электропривода (6 ч.).

Раздел 3. Система ПЧ-АД. Обобщенная система УП-Д

Аннотированное содержание раздела дисциплины

Структурная схема линеаризованной системы ПЧ-АД. Динамические свойства системы ПЧ-АД как объекта управления при питании АД от источника напряжения и источника тока. Анализ свойств обобщенной системы управляемый преобразователь-двигатель при жестких механических связях.

Темы лекций:

1. Система преобразователь частоты-асинхронный двигатель. Обобщенная система управляемый преобразователь-двигатель (2 ч.).

Темы практических занятий:

1. Расчет статических характеристик замкнутой САР системы управляемый выпрямитель – ДПТ и импульсный регулятор напряжения – ДПТ (2 ч.).

Раздел 4. Регулирование тока и момента электропривода

Аннотированное содержание раздела дисциплины

Схемы реостатного регулирования момента и тока. Плавное реостатное регулирование момента при автоматическом регулировании сопротивления в цепи выпрямленного тока АД с фазным ротором.

Темы лекций:

1. Реостатное регулирование тока и момента электропривода. (2 ч.)

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров унифицированного контура регулирования момента в системе ТП-Д (2 ч.)
2. Особенности регулирования момента и тока в системе Г-Д. Определение запаса по напряжению ТВ для реализации настойки контура тока на технический оптимум (2 ч.)

Названия лабораторных работ:

1. Исследование режимов скалярного и векторного управления ЭП переменного тока системы ПЧ-АД с преобразователем частоты «Веспер» (6 ч.).

Раздел 5. Автоматическое регулирование момента в системе управляемый преобразователь частоты – двигатель

Аннотированное содержание раздела дисциплины

Общий анализ свойств регулируемого электропривода, замкнутого отрицательной обратной связью по электромагнитному моменту. Статическая механическая и электромеханическая характеристики. Модуль статической жесткости механической характеристики в замкнутой системе. Комбинированная система управления при сочетании компенсационного принципа с регулированием по отклонению. Анализ статических характеристик.

Темы лекций:

1. Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д. Частотное регулирование момента асинхронного электропривода (2 ч.).

Темы практических занятий:

1. Влияние отрицательной обратной связи по моменту (току) на динамику упругой электромеханической системы (2 ч.).

Названия лабораторных работ:

1. Исследование динамических свойств электропривода с линейной механической характеристикой (2 ч.).

Раздел 6. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП-Д
--

Аннотированное содержание раздела дисциплины

Условия последовательной коррекции в зависимости от инерционности преобразователя. Естественные и искусственные статические электромеханические и механические характеристики. Их анализ и влияние параметров.

Темы лекций:

1. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП-Д (2 ч.).

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров унифицированного контура регулирования момента в системе УП-Д (2 ч.).

Названия лабораторных работ:

1. Исследование динамических свойств моментного электропривода (4 ч.).

Раздел 7. Регулирование скорости электропривода постоянного и переменного тока

Схема и механические характеристики асинхронного электропривода при реостатном автоматическом регулировании скорости. Свойства электропривода при на-

стройке контура регулирования скорости на технический оптимум. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости на симметричный оптимум. Автоматическое регулирование скорости ослаблением магнитного потока двигателя. Особенности настройки. Способы регулирования скорости асинхронного ЭП (ТРН-АД и ПЧ-АД).

Темы лекций:

1. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости на технический и симметричный оптимум (1 ч.). Способы регулирования скорости асинхронного ЭП. (2 ч.).

Темы практических занятий:

1. Настройка контуров тока, скорости и магнитного потока при двухзонном регулировании скорости (2 ч.)

Названия лабораторных работ:

1. Исследование переходных процессов АД при двухзонном регулировании скорости (2 ч.).

Раздел 8. Каскадные одноконтурные системы регулирования скорости АЭП

Каскадные схемы: Машинно-вентильный электрический каскад. Асинхронно-вентильный каскад. Электромеханический каскад.

Темы лекций:

1. Каскады с однозонным регулированием скорости (1 ч.).

Темы практических занятий:

1. Исследование переходных процессов АД при двухзонном регулировании скорости (2 ч.).

Названия лабораторных работ:

1. Исследование режимов работы и энергетических показателей в асинхронном электромеханическом преобразователе (4 ч.).

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 (модуля) 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 домашнего задания;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Ключев, Владимир Иванович. Теория электропривода: учебник / В. И. Ключев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 2001. – 698 с.: – ISBN 5-283-00642-5. URL: catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C60640

1. Онищенко, Г. Б. Теория электропривода: Учебник / Г.Б. Онищенко – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 294 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009674-2. – Текст электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/452841>
2. Москаленко, В. В. Электрический привод: учебник / В.В. Москаленко. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 364 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – www.dx.doi.org/10.12737/4557. – ISBN 978-5-16-100607-8. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044427>
3. Бекишев Р.Ф. Общий курс электропривода: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m39.pdf>

Дополнительная литература:

2. Ключев, Владимир Иванович. Теория электропривода: учебник / В. И. Ключев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 2001. – 698 с.: – ISBN 5-283-00642-5. URL: catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C60640
3. Ключев, В. И. Теория электропривода: учебник для вузов / В. И. Ключев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Энергоатомиздат, 1998. – 704 с. URL: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C10556>
4. Онищенко, Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения: учеб. пособие / Г.Б. Онищенко, О.М. Соснин. – Москва: ИИНФРА-М, 2020. – 122 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://znanium.com>]. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-103201-5. – Текст: электронный. – URL: <https://znanium.com/read?id=345149>
5. Чернышев, Александр Юрьевич. Электропривод переменного тока: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Ю. Чернышев, Ю. Н. Дементьев, И. А. Чернышев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m309.pdf>
6. Качин С.И. Электрический привод. Статика. Лабораторный практикум: учебное пособие / С.И. Качин, И.Г. Однокопылов, С.М. Семенов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 136 с. Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m314.pdf>
7. Однокопылов, Иван Георгиевич. Электрический привод. Динамика: лабораторный практикум: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / И. Г. Однокопылов, С. В. Ланграф, С. М. Семенов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – 1 компьютерный файл (pdf; 1 297 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m039.pdf>
8. Однокопылов, Иван Георгиевич. Теория электропривода. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / И. Г. Однокопылов, Ю. Н. Дементьев, С. М. Семенов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2017. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m064.pdf>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Электронно-библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

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

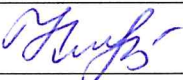
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; учебной мебели на 44 посадочных мест; Microsoft Office standard	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 326
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 44 посадочных мест;	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 331
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) Компьютер - 6 шт.; Стол лабораторный - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест Стенд "Электромонтаж и наладка шкафов управления" - 1 шт.; Электрический привод (стендовое исполнение, компьютеризированная	634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 253

версия) ЭП1-С-К - 1 шт.; Стенд базовый СМВС-1 - 1 шт.; Стенд "Электрический привод ЭП1-С-К" - 1 шт.; Учебно-лабораторный стенд "Электрический привод" - 4 шт.; Стенд базовый СДПТ-2 - 1 шт.; Стенд базовый СДПТ-1 - 1 шт.; Стенд базовый САД-1 - 1 шт.; Стенд базовый СШД-5 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Тумба подкатная - 1 шт.; Стол лабораторный - 3 шт.; Microsoft Office standard MatLab 2019b Mathcad	
---	--

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.Н. Кладиев

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/