

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ

А.С. Матвеев

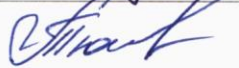
« 08 09 » 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2021 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Системы управления электроприводов

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Основная профессиональная образовательная программа	Электропривод и автоматика		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		22
	Практические занятия		22
	Лабораторные занятия		22
	ВСЕГО		66
Самостоятельная работа, ч			150
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
------------------------------	---------	------------------------------	-----

Заведующий кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры ОЭЭ		А.С. Ивашутенко
Руководитель ОПОП		П.В. Тютеева
Преподаватель		И.Г. Однокопылов

2021 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 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)-3	Способен проводить проектирование отдельных узлов низковольтных комплектных устройств и электропривода в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	И.ПК(У)-3.1	Осуществляет проектную деятельность по разработке электропривода в соответствии с техническим заданием	ПК(У)-3.1B2	Владеет навыком анализа режимов работы автоматизированных электроприводов различного назначения
				ПК(У)-3.1B3	Владеет навыком идентификации структуры и параметров системы, синтеза корректирующих устройств, обеспечивающих требуемое качество регулирования в соответствии с требованиями, предъявляемыми к электроприводу
				ПК(У)-3.1У2	Умеет использовать методы анализа и моделирования систем автоматизированного электропривода с использованием современных компьютерных технологий и специализированных программ;
				ПК(У)-3.132	Знает основные научно-технические проблемы и перспективы развития систем автоматизированного электропривода.
ПК(У) - 4	Способен проверять техническое состояние электротехнического оборудования, проводить профилактический осмотр и текущий ремонт по-заданной методике	И.ПК(У)-4.2.	Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики компонентов систем электроприводов	ПК(У)-4.2B2	Владеет навыком проведения исследований систем автоматического управления
				ПК(У)-4.2У2	Умеет проводить настройку и экспериментальные исследования систем управления электроприводов по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов;
				ПК(У)-4.232	Знает основные особенности автоматических систем управления электроприводов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части 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	Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов для моделирования систем управления электроприводов	И.ПК(У)-3.1
РД 2	Выполнять расчеты базовых схем силовых преобразователей энергии и элементов их систем управления	И.ПК(У)-3.1
РД 3	Применять экспериментальные методы определения показателей качества переходных процессов систем управления электроприводов	И.ПК(У)-4.2.
РД 4	Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях систем управления электроприводов	И.ПК(У)-3.1 И.ПК(У)-4.2.

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. Основные цели и задачи систем автоматического управления электроприводов	РД1	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 2. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	РД2	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	40
Раздел 3. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока	РД3, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	40
Раздел 4. Автоматические системы управления положением механизмов.	РД3, РД4	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные цели и задачи систем автоматического управления электроприводов

Основные цели автоматического управления, требования к системам автоматического управления электроприводов. Обобщенная структура автоматизированного электропривода; силовой и информационный каналы, система управления электропривода, система управления электроприводом; их состав и взаимодействие.

Основные функции релейно-контакторных систем. Управление процессами пуска, разгона, регулирования скорости, торможения, реверса. Защиты и блокировки. Требования к схемам управления. Элементная база реализации. Принципы построения схем автоматического управления двигателями. Управление по принципу времени, скорости, тока, пути; типовые узлы; сравнение и выбор принципов управления.

Электрический двигатель как объект управления, управляемые координаты, типовые управляющие и возмущающие воздействия. Задачи управления. Обратные связи и их назначение. Классификация замкнутых САУ ЭП: по принципу действия, по выходным регулируемым координатам, по виду управления, по выполняемым функциям. Структуры замкнутых систем управления электроприводов: одно- и многоконтурные структуры, параллельное и подчиненное регулирование. Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования.

Темы лекций:

1. Введение системы автоматического управления электроприводов.
2. Релейно-контакторные системы управления электроприводов.

Темы практических занятий:

1. Изучение принципов построения структурных схем на основе представления компонентов системы в виде передаточных функций.
2. Показатели качества систем управления электроприводов.
3. Выполнение оптимизации контура регулирования по типовым методикам.

Названия лабораторных работ:

1. Основы работы в программной среде MATLAB-Simulink.
2. Системы логического управления пуском и остановом двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ).

Раздел 2. Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока.

Требования к системам управления скоростью. Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока. Математическое описание силовой цепи. Типовые структуры автоматических систем управления скоростью тиристорных электроприводов постоянного тока. Синтез и оптимизация двухконтурной структуры подчиненного регулирования тиристорного регулируемого электропривода. Особенности построения САУ РЭП, связанные со свойствами тиристорного преобразователя.

Темы лекций:

1. Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока.
2. Синтез и оптимизация двухконтурной структуры подчиненного регулирования тиристорного регулируемого электропривода.

Темы практических занятий:

1. Определение параметров электрической и механической части электропривода как объекта управления.
2. Синтез структуры и параметров регуляторов тока и скорости системы управления.

Названия лабораторных работ:

1. Оптимизация и исследование контура регулирования.
2. Системы подчиненного регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока.

Раздел 3. Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока

Математическое описание асинхронного двигателя, дифференциальные уравнения, структурные схемы. Типовые системы управления частотно-регулируемых электроприводов: системы асинхронного электропривода с частотно-параметрическим, частотно-токовым скалярным и частотно-токовым векторным регулированием скорости. Структурные схемы, качественные показатели, области применения.

Синтез и оптимизация системы частотно-токового векторного управления асинхронным двигателем. Математическая модель системы частотно-токового векторного управления асинхронным двигателем. Настройка контуров регулирования, показатели качества. Обобщенная функциональная схема системы векторного управления. Вопросы практической реализации систем асинхронного электропривода.

Темы лекций:

1. Типовые системы управления частотно-регулируемых электроприводов.
2. Синтез и оптимизация системы частотно-токового векторного управления асинхронным двигателем.

Темы практических занятий:

1. Синтез структуры и параметров регуляторов положения электропривода.

Названия лабораторных работ:

1. Системы подчиненного регулирования положения вала двигателя постоянного тока.

Раздел 4. Автоматические системы управления положением механизмов.

Принцип построения систем управления положением. Позиционирование и слежение – основные режимы работы систем управления положением.

Синтез систем управления положением, работающих в режиме позиционирования. Требования к электроприводу. Синтез систем управления положением, работающих в режиме слежения. Задача следящего управления. Требования к электроприводу. Оценка точности следящего электропривода. Методы повышения точности при отработке управляющего воздействия: повышение порядка астатизма, комбинированное управление, двухканальные следящие системы.

Темы лекций:

1. Принцип построения систем управления положением электропривода.

Темы практических занятий:

1. Реализации цифровых систем управления: квантование сигналов по времени и по уровню.
2. Расчет цифровых контуров регулирования.

Названия лабораторных работ:

1. Системы подчиненного регулирования координат.

Тематики курсового проекта:

1. Регулируемый электропривод постоянного тока на основе системы «тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока»
2. Регулируемый электропривод переменного тока на основе системы «преобразователь частоты – асинхронный двигатель»
3. Регулируемый электропривод переменного тока на основе системы «преобразователь частоты – синхронный двигатель»

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**6.1. Учебно-методическое обеспечение****Основная литература:**

1. 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 (ЭПО) . — 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. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m137.pdf> (контент)

2. Анучин, Алексей Сергеевич. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / А. С. Анучин. — Москва: МЭИ, 2015. — 372 с.: ил.

Дополнительная литература:

1. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/106890> (дата обращения: 31.03.2021).

6.2. Информационное и программное обеспечение

Электронный курс «Системы управления электроприводов» Режим доступа: <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1666>

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. Google Chrome
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic
3. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b (установлено vap.tpu.ru)
4. Adobe Acrobat Reader DC

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 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 345	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 306	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 50 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)	Комплект оборудования для проведения занятий: Шкаф настенный SKID BOX 19" 12U дверь стеклянная - 1 шт.; Шкаф настенный SKID BOX 19" 15U дверь стеклянная - 2 шт.; Отладочный комплект EZDSP28xx Spektrum digital - 6 шт.; Шкаф настенный SKID BOX 19" дверь стеклянная с монтажной панелью - 1 шт.; Система для

634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 234	исследования процессов идентификации диагностики электрических машин - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 11 шт.
---	---

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики основной профессиональной образовательной программы «Электропривод и автоматика» по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2021 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
доцент ОЭЭ		И.Г. Однокопылов

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от 30.08.2021 г. №1).

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения на
правах кафедры ОЭЭ



А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2022/2023 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплины 4. Обновлен список литературы	от 29.06.2022 г. № 6
2023/24 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен список литературы 3. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 4. Обновлено материально-техническое обеспечение	Протокол № 9 от 01.06.2023 г.
2024/25 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен список литературы 3. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 4. Обновлено материально-техническое обеспечение	Протокол № 9 от 10.06.2024 г.