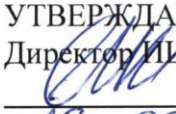


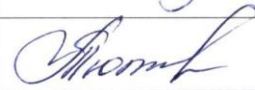
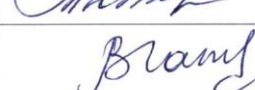
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

 А.С. Матвеев
« 29 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математическое моделирование в электротехнике			
Направление подготовки/ специальность Образовательная программа (направленность (профиль)) Специализация Уровень образования Курс Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) Виды учебной деятельности	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
	Инжиниринг электропривода и электрооборудования		
	Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений		
	высшее образование - бакалавриат		
	4	семестр	8
	3		
	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		11
	Практические занятия		22
	Лабораторные занятия		11
	ВСЕГО		44
	Самостоятельная работа, ч		64
	ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ			А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП			П.В. Тютеева
Преподаватель			Н.А. Воронина

2020 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)-1	Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности	И.ПК(У)-1.2	Проводит работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований для проектирования объектов профессиональной деятельности	ПК(У)-1.2В1	Владеет навыками моделирования электротехнических систем
				ПК(У)-1.2У1	Умеет применять методы математического анализа при проведении исследований и решении прикладных задач в профессиональной сфере
				ПК(У)-1.2З1	Знает общие принципы идеализации электротехнических систем при их математическом описании

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 информационные и информационно-коммуникационные технологии, для решения профессиональных задач по расчету и анализу электрических устройств и объектов.	И.ПК(У)-1.2
РД 2	Применять базовые, математические и профессиональные знания при моделировании и решении прикладных задач в профессиональной деятельности	И.ПК(У)-1.2

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. Методы решения систем дифференциальных уравнений, описывающих процессы в электротехнических устройствах	РД1, РД2	Лекции	3
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	20
Раздел 2. Математическое описание двигателя постоянного тока независимого возбуждения	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Математическое описание асинхронного двигателя	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Статические и динамические характеристики в асинхронном электроприводе со скалярным управлением	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	16
Раздел 5. Оптимизация контура регулирования	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Методы решения систем дифференциальных уравнений, описывающих процессы в электротехнических устройствах

Дифференциальные уравнения состояния для электрических цепей по законам Кирхгофа. Представление дифференциальных уравнения в нормальной форме. Обзор аналитических и численных методов решения дифференциальных уравнений. Операторный метод и численный метод Эйлера. Представление математического описания динамического объекта в виде операторной структурной схемы.

Темы лекций:

1. Дифференциальные уравнения состояния для электрических цепей по законам Кирхгофа. Законы коммутации в электрических цепях. Представление дифференциальных уравнения в нормальной форме Коши. Обзор аналитических и численных методов решения дифференциальных уравнений.
2. Решение дифференциальных уравнений операторным методом с помощью преобразований Лапласа и численным методом Эйлера на примере электрических цепей первого и второго порядка с нулевыми и ненулевыми начальными условиями.
3. Представление математического описания динамического объекта в виде структурной схемы с помощью прямого преобразования Лапласа. Примеры на электрических цепях первого и второго порядка.

Темы практических занятий:

1. Составление дифференциальных уравнений для электрических цепей по законам Кирхгофа.
2. Решение систем дифференциальных уравнений операторным методом и численным методом Эйлера.
3. Представление математической модели электрической цепи в форме структурной операторной схемы.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование переходных процессов в электрических цепях.

Раздел 2. Математическое описание двигателя постоянного тока независимого возбуждения
--

Принцип работы двигателя постоянного тока. Математическое описание в форме дифференциальных уравнений. Решение полученных уравнений с помощью операторного метода и численного метода Эйлера. Структурная схема двигателя постоянного тока. Уравнения для статических режимов.

Темы лекций:

1. Физический принцип работы двигателя постоянного тока (ДПТ). Математическое описание ДПТ в форме дифференциальных уравнений. Решение полученных уравнений с помощью операторного метода и численного метода Эйлера. Структурная схема ДПТ. Уравнения для статических режимов.

Темы практических занятий:

1. Математическая модель ДПТ, уравнения для статических и динамических режимов работы.

Названия лабораторных работ:

1. Математическое моделирование двигателя постоянного тока независимого возбуждения

Раздел 3. Математическое описание асинхронного двигателя

Физический принцип работы асинхронного электродвигателя. Уравнения для статических характеристик. Математическая модель асинхронного двигателя в неподвижной двухфазной системе координат. Структурная схема асинхронного электродвигателя.

Темы лекций:

1. Принцип работы асинхронного электродвигателя (АД). Уравнения для статических, механических и электромеханических характеристик. Математическая модель АД в неподвижной двухфазной системе координат. Структурная схема асинхронного электродвигателя.

Темы практических занятий:

1. Математическая модель асинхронного двигателя, переход от дифференциальных уравнений к операторной структурной схеме.

Названия лабораторных работ:

1. Математическое моделирование асинхронного электродвигателя.

Раздел 4. Статические и динамические характеристики в асинхронном электроприводе со скалярным управлением
--

Общие сведения о скалярном частотном управлении асинхронным электродвигателем. Закон Костенко. Законы управления для различных типов нагрузки электропривода. Статические и динамические характеристики асинхронного электропривода со скалярным управлением.

Темы лекций:

1. Общие сведения о скалярном частотном управлении асинхронным электродвигателем. Закон Костенко. Законы управления для различных типов нагрузки электропривода. Закон регулирования $U_1/f_1 = \text{const}$: статические характеристики, структурная схема электропривода, случаи необходимости IR-компенсации и её реализация на модели.
2. Закон регулирования $U_1/f_1^2 = \text{const}$: статические характеристики, структурная схема электропривода, случаи необходимости коррекции вольт-частотной характеристики и её реализация на модели.

Темы практических занятий:

1. Математическая модель асинхронного электропривода с законом регулирования $U_1/f_1 = \text{const}$, IR-компенсация.
2. Математическая модель асинхронного электропривода с законом регулирования $U_1/f_1^2 = \text{const}$, коррекция вольт-частотной характеристики.

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование скалярной системы управления асинхронным электродвигателем.

Раздел 5. Оптимизация контура регулирования
--

Основные сведения о системах подчиненного регулирования. Типы регуляторов. Модульный и симметричный оптимумы для синтеза замкнутого контура регулирования. Показатели качества переходных процессов.

Темы лекций:

1. Основные сведения о системах подчиненного регулирования. Типы регуляторов. Модульный и симметричный оптимумы для синтеза замкнутого контура регулирования. Показатели качества переходных процессов.

Темы практических занятий:

1. Синтез замкнутого контура регулирования по модульному и симметричному оптимуму.

Названия лабораторных работ:

1. Оптимизация контура регулирования.

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;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Глазырин А. С. Математическое моделирование электромеханических систем. Аналитические методы: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. С. Глазырин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 5.7 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m26.pdf>
2. Компьютерное моделирование электромеханических систем постоянного и переменного тока в среде MATLAB Simulink: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. Н. Дементьев [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 1 компьютерный файл (pdf; 9 883 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m035.pdf>

Дополнительная литература:

1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. – Минск: Новое знание, 2013. – 584 с. – ISBN 978-985-475-539-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/4324> – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Бурулько Л. К. Математическое моделирование электромеханических систем: учебное пособие / Л. К. Бурулько; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. Ч. 1: Математическое моделирование преобразователей электрической энергии переменного тока. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.1 MB). – 2014. – Заглавие с титульного экрана. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m336.pdf>
3. Аристов А. В. Имитационное моделирование электромеханических систем: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / А. В. Аристов, Л. А. Паюк; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 899 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m164.pdf>
4. Терёхин В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 9.2 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m034.pdf> (контент)
5. Глазырин А. С. Математическое моделирование электромеханических систем. Аналитические методы: учебное пособие для вузов / А. С. Глазырин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – 205 с.: ил.. – Библиогр.: с. 194.. – ISBN 978-5-98298-838-6.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Математическое моделирование в электротехнике Ворониной Н.А. для ДОТ
<https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1137>

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 Standard Russian Academic
3. Document Foundation LibreOffice
4. Adobe Acrobat Reader DC;
5. PTC Mathcad 15 Academic Floating
6. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b (установлено var.tpu.ru)

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, 7 348	Комплект оборудования для проведения занятий: Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 121	Комплект оборудования для проведения занятий: Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 16 шт.

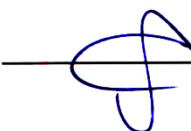
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Инжиниринг электропривода и электрооборудования» по специализации «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2018 г., очная форма).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
доцент ОЭЭ	Н.А. Воронина

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 22.06.2018 г. № 7).

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя отделения на правах
кафедры ОЭЭ
к.т.н, доцент

 /А.С. Ивашутенко/

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания	от 27.08.2018 г. № 4/1
2019/2020 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 27.06.2019 г. № 6
2020/2021 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 25.06.2020 г. № 6
2021/2022 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 31.08.2021 г. № 1