

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.

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Математическое моделирование в электроэнергетике

Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Электроэнергетика		
Специализация	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		10
	Практические занятия		—
	Лабораторные занятия		10
	ВСЕГО		20
Самостоятельная работа, ч		88	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Шестакова В.В.
Преподаватель			Колчанова В.А.

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)-2.	Способен составить конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании объектов ПД	И.ПК(У)-2.1.	Обосновывает выбор целесообразного решения задач проектирования электроустановок и аппаратов различных типов	ПК(У)-2.1В4	Владеет опытом применения прикладных программ при создании математических моделей объектов электроэнергетических систем
				ПК(У)-2.1У4	Умеет применять изученные методы алгебры и анализа для решения стандартных задач, а также для решения профессиональных задач
				ПК(У)-2.1З4	Знает методы и общие принципы создания математических моделей объектов электроэнергетических систем

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 разделы математики для моделирования электроэнергетических систем	И.ПК(У)-2.1.
РД 2	Реализовывать математические модели электроустановок на базе современных программно-технических комплексов	И.ПК(У)-2.1.
РД3	Применять общие принципы идеализации электрических, электромагнитных и электромеханических установок при их математическом описании	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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Аппарат матричной алгебры при исследовании многомерных систем	РД1, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	22
Раздел 2. Линейные и нелинейные уравнения установившегося режима и способы их решения	РД1, РД2, РД3,	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	22
Раздел 3. Численные и аналитические методы решения систем дифференциальных уравнений	РД1, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	22
Раздел 4. Принципы моделирования динамических и статических систем	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	22

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Аппарат матричной алгебры при исследовании многомерных систем

Роль математического моделирования в научно-технических исследованиях. Общие принципы идеализации электрических, механических и электромеханических систем при их математическом описании. Линейные уравнения узловых напряжений как основа расчета установившегося режима. Особенности матрицы собственных и взаимных проводимостей узлов и матрицы собственных и взаимных сопротивлений узлов. Нормы, числа обусловленности матриц. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Нормы, числа обусловленности матриц. Метод Гаусса. Метод Зейделя. Метод Гаусса-Зейделя. Метод простой итерации.

Темы лекций:

1. Общие принципы идеализации электрических, механических и электромеханических систем при их математическом описании. Линейные уравнения узловых напряжений как основа расчета установившегося режима.
2. Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

Темы лабораторных работ:

1. Расчет установившегося режима в ЭЭС на основе уравнений в форме балансов токов.

Раздел 2. Линейные и нелинейные уравнения установившегося режима и способы их решения

Идеализированные элементы электрических схем замещения, ограничение числа степеней свободы, линеаризуемые и существенно-нелинейные системы. Нелинейные

уравнения узловых напряжений в форме баланса токов и баланса мощностей. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона – метод касательных, исследование сходимости метода Ньютона. Исследование модифицированного метода Ньютона для решения уравнений установившегося режима. Метод итераций – метод последовательных приближений. Сходимость метода Ньютона. Связь сходимости с якобианом уравнений установившегося режима в точке решения.

Темы лекций:

3. Идеализированные элементы электрических схем замещения, ограничение числа степеней свободы, линеаризуемые и существенно-нелинейные системы. Численные методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений.

Темы лабораторных работ:

1. Расчет установившегося режима электрической сети ЭЭС на основе уравнений в форме баланса мощностей.

Раздел 3. Численные и аналитические методы решения систем дифференциальных уравнений

Метод переменных состояния. Численно-аналитические методы решения уравнений состояния. Замена переменных состояния при расчетах сложных электрических цепей. Правило Рунге для оценки погрешности и выбор шага интегрирования.

Жесткие системы дифференциальных уравнений. Сведение расчета переходных процессов к расчету цепи постоянного тока.

Темы лекций:

4. Метод переменных состояния.

Темы лабораторных работ:

2. Моделирование переходных процессов в ЭЭС методом переменных состояния.

Раздел 4. Принципы моделирования динамических и статических систем

Моделирование систем различной физической природы на примере электрических и механических систем. Физический смысл условий, принимаемых при составлении уравнений. Основные формы уравнений установившегося режима и вопросы существования и неоднозначности их решения.

Темы лекций:

5. Моделирование систем различной физической природы на примере электрических и механических систем. Основные формы уравнений установившегося режима и вопросы существования и неоднозначности их решения.

Темы лабораторных работ:

1. Моделирование устойчивых и неустойчивых состояний равновесия в линейных и линеаризованных системах.
2. Моделирование переходных процессов асинхронного двигателя.

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Моделирование и виртуальное прототипирование : учебное пособие / И. И. Косенко [и др.]. — Москва: Инфра-М Альфа-М Уникум Сервис, 2015. — 176 с.: ил.. — Технологический сервис. — Магистратура. — Библиогр.: с. 174.. — ISBN 978-5-98281-280-3. — ISBN 978-5-16-005167-3.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C292846>
2. Мамонова Т.Е. Информационные технологии. Лабораторный практикум: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Т. Е. Мамонова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Москва: Юрайт, 2016. — 177 с.: ил.. — Университеты России. — Библиогр.: с. 177.. — ISBN 978-5-9916-7060-9. <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C338565>

Дополнительная литература:

1. Л. К. Бурулько. Математическое моделирование электромеханических систем [Электронный ресурс]учебное пособие: / Л. К. Бурулько ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электропривода и электрооборудования (ЭПЭО) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2014
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C297012>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Электронный курс: Математическое моделирование в электроэнергетике;

Режим доступа: <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1977>

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. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings\$

4. Zoom Zoom.
5. Google Chrome
6. Mathcad 15 Academic Floating
7. MathWorks MATLAB Full Suite R2017b (vap.tpu.ru)

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	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, 7 323	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.; Телевизор - 3 шт. Доска аудиторная настенная - 4 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 122 посадочных мест;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7 119	Компьютер - 16 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы Электроэнергетика по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / специализации «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (приема 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ	к.т.н	Колчанова В.А.

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,
к.т.н., доцент

 А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ протокол
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	От 25.06.2020 г. №6