

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИШЭ

А.С. Матвеев
«01» 09 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Переходные процессы в системах электроснабжения

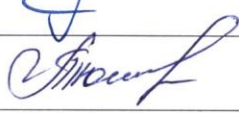
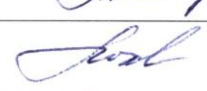
Направление подготовки/ специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Промышленная электротехника и автоматизация		
Специализация	Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единиц)	3		
Виды учебной деятельности	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
Руководитель ООП

Преподаватель

	А.С. Ивашутенко
	П.В. Тютева
	Т.Е. Хохлова

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 участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	И.ПК(У)-2.1	Принимает участие в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК(У)-2.1В3	Владеет методами расчета режимов трехфазного, несимметричного короткого замыкания для простейшей схемы энергосистемы.
				ПК(У)-2.1У3	Умеет моделировать переходные процессы в системах электроснабжения;
				ПК(У)-2.1З2	Знает параметры силовых элементов электрической системы, используемых в схемах замещения прямой, обратной и нулевой последовательностях
ПК(У)-1	Способен осуществлять сбор и анализ данных для проектирования объектов профессиональной деятельности	И.ПК(У)-1.1	Осуществляет поиск научно-технической информации для проектирования объектов профессиональной деятельности	ПК(У)-1.1В2	Владеет навыками работы со справочной литературой и нормативно-техническими материалами
				ПК(У)-1.1У2	Умеет выбирать расчетные условия для расчета режимов короткого замыкания в соответствии с требованиями тех. задачи.

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 электротехники для расчета электрических параметров при переходных процессах в СЭС	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1
РД 2	Уметь для расчета переходных процессов составлять и рассчитывать параметры схемы замещения элементов систем электроснабжения	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1
РД3	Владеть методами расчета режимов трехфазного, несимметричного коротких замыканий для систем электроснабжения	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1
РД4	Применять методы расчёта статической и динамической устойчивости узлов нагрузок и условий параллельной работы электрических машин.	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-1.1

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. Общие вопросы курса	РД1, РД2	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	1
		Самостоятельная работа	4
Раздел 2. Короткие замыкания	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Несимметричные аварийные режимы	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел 4. Основные понятия, принимаемые при расчете устойчивости системы электроснабжения	РД1, РД2, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Общие вопросы курса

Краткое содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами. Структура курса. Понятия, определение и описание переходных процессов. Математические модели элементов систем электроснабжения: синхронных и асинхронных машин, трансформаторов, линий электропередачи, токоограничивающих и шунтирующих реакторов.

Темы лекций:

1. Общие сведения о переходных процессах в электрических системах. Указания к выполнению расчетов переходных процессов.

Темы практических занятий:

1. Система относительных, именованных единиц.
2. Расчет параметров схемы замещения системы электроснабжения промышленного предприятия.

Названия лабораторных работ:

1. Вводное занятие. Порядок проведения лабораторных работ. Требования к отчетам по лабораторным работам.

Раздел 2. Короткие замыкания

Виды, причины возникновения и последствия коротких замыканий. Назначения расчетов и требования, предъявляемые к ним. Допущения, принимаемые при расчетах. Схемы замещения и расчет их параметров. Преобразования схем замещения. Трехфазное короткое замыкание в простейшей электрической цепи, питаемой от шин неизменного напряжения. Наибольшее действующее значение полного тока. Эквивалентная постоянная

времени. Расчет начального сверхпереходного и ударного токов короткого замыкания. Влияние предшествующего режима и фазы включения на величину тока короткого замыкания. Метод расчетных кривых

Темы лекций:

1. Короткие замыкания в энергетических системах.
2. Практические методы расчета трехфазного короткого замыкания.

Темы практических занятий:

1. Расчет основных характеристик тока при трехфазном коротком замыкании
2. Расчет остаточных напряжений при трехфазном коротком замыкании.
3. Расчет влияние предшествующего режима и фазы включения на величину тока короткого замыкания.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование режима трехфазного короткого замыкания в простейшей цепи.

Раздел 3. Несимметричные аварийные режимы
--

Метод симметричной составляющей. Параметры элементов обратной и нулевой последовательностей. Схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательностей. Однократная поперечная несимметрия. Алгоритм расчета тока несимметричного короткого замыкания. Правило эквивалентности прямой последовательности. Комплексные схемы замещения. Сравнение токов различных видов короткого замыкания. Распределение симметричных составляющих. Общая характеристика распределительных сетей. Простое замыкание на землю. Учет изменения параметров проводников сети. Учет местных источников и нагрузок. Расчет токов короткого замыкания в сетях напряжением ниже 1000 В. Оптимизация режима заземления нейтралей в электрических системах. Токоограничивающие устройства. Координация уровней токов коротких замыканий и параметры электротехнического оборудования.

Темы лекций:

1. Несимметричные переходные процессы в электрической сети.
2. Особенности расчета несимметричных переходных процессов в распределительных сетях и в электроустановках до 1 кВ.

Темы практических занятий:

1. Расчет и построение комплексных схем замещения при несимметричных коротких замыканиях
2. Расчет токов и напряжений при несимметричных коротких замыканиях.
3. Расчет режимов коротких замыканий в сетях до 1000 В.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование распределения симметричных составляющих напряжений при несимметричных коротких замыканиях.

Раздел 4. Основные понятия, принимаемые при расчете устойчивости системы электроснабжения
--

Основные понятия и определения. Задачи расчета устойчивости СЭС. Уравнение движения ротора генератора. Характеристика мощности простейшей системы. Статическая устойчивость простых систем. Устойчивость при сложной связи генератора с системой. Понятие о динамической устойчивости СЭС. Оценка динамической устойчивости системы методом площадей. Динамическая устойчивость при КЗ на линии. Предельный угол

отключения КЗ. Статическая устойчивость АД и СД. Вторичные признаки устойчивости нагрузки. Динамическая устойчивость двигательной нагрузки.

Темы лекций:

1. Статическая и динамическая устойчивость систем.

Темы практических занятий:

1. Расчет статической устойчивости простейшей системы. Определение коэффициента запаса устойчивости
2. Расчет динамической устойчивости одномашиной системы с использованием метода площадей.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование статической устойчивости одномашиной энергосистемы.

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 индивидуальных заданий;
- 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. Готман В. И. Переходные процессы в системах электроснабжения. Расчет режимов короткого замыкания в системе электроснабжения промышленного предприятия : учебно-методическое пособие / В. И. Готман; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — 70 с.: ил.
2. Куликов Ю. А. Переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие / Ю. А. Куликов. — Москва: Омега-Л, 2013. — 380 с.: ил.
3. Армеев Д.В. Переходные процессы в электрических системах / Д. В. Армеев, Е. П. Гусев. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2014. - 332 с. — ISBN 978-5-7782-2498-8 — Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : — URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778224988.html> (дата обращения: 31.03.2020)

Дополнительная литература:

1. Готман В. И. Короткие замыкания и несимметричные режимы в электроэнергетических системах: учебное пособие / В. И. Готман; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 240 с.: ил. — Библиогр.: с. 235.. — ISBN 978-5-98298-848-5.

2. Ульянов С. А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник / С. А. Ульянов. – 2-е изд., стер.. – Москва: Арис, 2010. – 520 с. : ил.. — Библиогр.: с. 514.. — ISBN 978-5-904673-01-7.
3. Шабад В. К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие / В. К. Шабад. – Москва: Академия, 2013. – 191 с. : ил.. — Высшее профессиональное образование. Энергетика. — Бакалавриат. — Библиогр.: с. 187.. — ISBN 978-5-7695-9822-7.
4. Хрущёв Ю. В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических процессах: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю. В. Хрущёв К. И. Заподовников, А. Ю. Юшков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ). – 2-е изд.. – 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m492.pdf>
5. Хохлова Т. Е. Переходные процессы в системах электроснабжения : электронный курс [Электронный ресурс] / Т. Е. Хохлова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, Отделение электроэнергетики и электротехники (ОЭЭ). – Электрон. дан.. – TPU Moodle, 2015. – Заглавие с экрана. – Доступ по логину и паролю. – Схема доступа: <http://design.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2745>

6.2. Информационное и программное обеспечение

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. Adobe Acrobat Reader DC
2. Document Foundation LibreOffice
3. PTC Mathcad 15 Academic Floating
4. Google Chrome;
5. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic
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 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест

	201	
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: Компьютер - 16 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Промышленная электротехника и автоматизация» по специализации «Электрооборудование, электрохозяйство организаций, предприятий и учреждений» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2020 г., очная форма)

Разработчик(и):

Должность		ФИО
доцент ОЭЭ		Т.Е. Хохлова

Программа одобрена на заседании отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 01.09.2020 г. № 1/1).

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)
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 11.05.2021 г. № 6/1
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