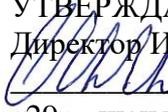


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

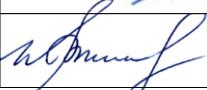
УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИПЭ

 Матвеев А.С.
 «29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Электроμηχανические переходные процессы

Направление подготовки/ специальность	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Электроэнергетика		
Специализация	Электрические станции, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		48
	Самостоятельная работа, ч		60
	ИТОГО, ч		108

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

Руководитель ОЭЭ		Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП		Шестакова В.В.
Преподаватель		Разживин И.А.

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
ОПК(У)-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	И.ОПК(У)-3.5.	Применяет нормативно-техническую документацию, математический аппарат и компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа режимов электроэнергетических систем.	ОПК(У)-3.5В1	Владеет опытом формирования исходных данных для расчета режимов электрических сетей энергосистем в соответствии с нормативно-технической документацией
				ОПК(У)-3.5У2	Умеет применять профессиональные программные комплексы для расчета и анализа режимов электроэнергетических систем
				ОПК(У)-3.5З1	Знает методы анализа режимов работы энергосистем, расчета потерь электроэнергии, мероприятия по снижению потерь
				ОПК(У)-3.5З2	Знает возможности профессиональных программных комплексов, правила подготовки исходных данных для них
ПК(У)-2.	Способен получить конкурентно-способное решение при проведении технологических расчётов	И.ПК(У)-2.1.	Обосновывает выбор целесообразного направления решения технологической задачи	ПК(У)-2.1В1	Владеет методами расчетов токов короткого замыкания (КЗ) при различных видах КЗ в энергосистемах
				ПК(У)-2.1В2	Владеет навыками расчетов статической и динамической устойчивости одномашинной и двухмашинной энергосистем
				ПК(У)-2.1У2	Умеет рассчитывать переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем
				ПК(У)-2.1У3	Умеет применять математические модели элементов энергосистем при проведении технологических расчётов
				ПК(У)-2.1З2	Знает мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов

2. Место дисциплины 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	Формирует исходные данные для расчета и анализа устойчивости энергосистем в соответствии с нормативно-технической документацией	ОПК(У)-3.5В1 ПК(У)-2.1У2

РД 2	Создаёт математические модели элементов энергосистем для расчёта и анализа устойчивости	ПК(У)-2.1У3
РД 3	Производит расчёт и анализ устойчивости энергосистем, включая узлы нагрузки, аналитически и с помощью профессиональных программных комплексов	ОПК(У)-3.5У2 ПК(У)-2.1У2 ПК(У)-2.1В2
РД 4	Производит выбор и проверку мероприятий по повышению устойчивости энергосистем и качества переходных процессов	ПК(У)-2.132 ПК(У)-2.1В1

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 ¹	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные положения курса	РД 1	Лекции	1
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 2. Математические модели и схемы замещения элементов энергосистем в расчётах устойчивости	РД 1, РД 2	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
Раздел 3. Статическая устойчивость энергосистем	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Динамическая устойчивость энергосистем	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Асинхронные режимы	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	7
Раздел 6. Мероприятия по повышению устойчивости энергосистем	РД 1, РД 2, РД 3, РД 4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	7

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные положения курса

Темы лекций:

1. Содержание курса и его место в обучении. Проблема устойчивости электроэнергетических систем. Основные понятия и определения. Основные положения, принимаемые при анализе устойчивости.

Раздел 2. Математические модели и схемы замещения элементов энергосистем в расчётах устойчивости

Темы лекций:

1. Математические модели и схемы замещения синхронных машин: трехфазная симметричная модель синхронной машины; потокосцепления и сопротивления обмоток синхронной машины; уравнения движения ротора синхронной машины; синхронная машина с демпферной обмоткой; векторная диаграмма синхронной машины; упрощенная модель синхронной машины.

Темы практических занятий:

1. Математические модели трансформаторов, линий электропередачи, асинхронных двигателей. Схемы замещения и определение параметров элементов электроэнергетических систем. Определение собственных и взаимных проводимостей.

Раздел 3. Статическая устойчивость энергосистем

Темы лекций:

1. Характеристика мощности простейшей электроэнергетической системы. Физический смысл угла дельта и практические критерии статической устойчивости энергосистемы. Характеристика мощности при сложной связи синхронной машины с энергосистемой. Собственные и взаимные сопротивления и проводимости. Влияние параметров схемы на характеристику мощности.

Темы практических занятий:

1. Автоматические регуляторы возбуждения синхронных генераторов: виды, технические требования к системам возбуждения; технические требования к автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия.
2. Характеристики мощности генератора с автоматическим регулированием возбуждения. Действительный предел мощности. Расчёт и анализ статической устойчивости в простейшей схеме при различных способах регулирования возбуждения генератора.

Названия лабораторных работ:

1. Получение и анализ характеристик мощности для одномашинной энергосистемы в ПО Mathcad.
2. Анализ статической устойчивости простейшей схемы при различных способах регулирования возбуждения генератора

Раздел 4. Динамическая устойчивость энергосистем

Темы лекций:

1. Понятие о динамической устойчивости энергосистемы. Допущения при расчёте динамической устойчивости. Схемы замещения при коротком замыкании. Оценка динамической устойчивости энергосистемы методом площадей. Определение предельного угла отключения короткого замыкания.

Темы практических занятий:

1. Расчет и анализ динамической устойчивости одномашиной энергосистемы, построение характеристик мощности.
2. Метод последовательных интервалов и определение максимально допустимого угла и времени отключения КЗ.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ динамической устойчивости одномашиной энергосистемы в ПО Mathcad.
2. Исследование АРВ при переходных процессах на учебной схеме маломашинной энергосистемы всережимного моделирующего комплекса реального времени.
3. Анализ аварийных возмущений, приводящих к асинхронному ходу, для модели энергосистемы в программно-техническом комплексе RTDS.

Раздел 5. Асинхронные режимы

Темы лекций:

1. Возникновение асинхронных режимов. Последствия асинхронного хода.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ аварийных возмущений, приводящих к нарушению устойчивости между двумя синхронно работающими энергосистемами.

Раздел 6. Мероприятия по повышению устойчивости энергосистем

Темы лекций:

1. Классификация мероприятий по повышению устойчивости энергосистем. Установка источников реактивной мощности. Эффективность мероприятий режимного характера: автоматическое отключение части нагрузки при снижении частоты в энергосистеме.

2. Темы практических занятий:

1. Влияние емкостной компенсации индуктивных сопротивлений линий электропередачи на повышение статической устойчивости.

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 проблемам курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Хрущев Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие [Электронный ресурс] / Ю.В. Хрущев, К.И. Заповодников, А.Ю. Юшков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 2-е изд., стер. – 1 компьютерный файл (pdf; 1654 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m492.pdf>.
2. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах. – М: Омега-Л, 2013. – 380 с. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>.
3. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. – изд. стер. - М.: Альянс, 2015. – 455 с. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>.

Дополнительная литература:

1. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. Учебник для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1985. – 536 с. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>.
2. Аксютин, В. А. Переходные процессы в электрических цепях: учебное пособие / В. А. Аксютин. – Новосибирск: НГТУ, 2017. – 112 с. – ISBN 978-5-7782-3379-9. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/118075> (дата обращения: 05.05.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Окин А.А. Расчёты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. – М.: Энергоатомиздат, 1990.- 390 с. – Схема доступа: <http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple>.
4. Хрущёв Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. Методические указания к рабочей программе и курсовой работе. учебное пособие [Электронный ресурс] / Хрущёв Ю.В., Готман В.И. Национальный исследовательский Томский политехнический университет., стер. – 1 компьютерный файл (doc; 1044 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <https://studfile.net/preview/6285145/page:10/>.
5. Хрущёв Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах» для студентов IV курса, обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» [Электронный ресурс] / сост. Ю. В. Хрущёв; Е. О. Кулешова; Е. Б. Шандарова Национальный исследовательский Томский политехнический университет., стер. – 1 компьютерный файл (pdf; 1459 KB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2004. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m063.pdf>.
6. Требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Методические указания по устойчивости энергосистем» Утверждены приказом Минэнерго России от 3 августа 2018

года N 630 [Электронный ресурс] – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: http://so-ups.ru/fileadmin/files/laws/regulations/Metod_uk_ust_2018.pdf.

7. СТО 59012820.29.160.20.001-2012. Стандарт организации. Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов. [Электронный ресурс] / Разработан: акционерным обществом «Системный оператор Единой энергетической системы», открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт по передаче электроэнергии постоянным током высокого напряжения». – Москва, 2019. – Заглавие с титульного экрана. – Схема доступа: https://so-ups.ru/fileadmin/files/laws/standards/sto_es_aer_sa_2019.pdf.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. 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. Microsoft Office Standard 16 Академическая лицензия.
2. ПК MathCAD – Академическая лицензия.
3. ПК Matlab – Академическая лицензия.
4. ПК RastrWin – Академическая лицензия.
5. ПТК RTDS – Академическая лицензия.
6. ВМК реального времени – Собственная лицензированная разработка ТПУ.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

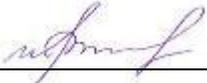
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 346	проектор – 1шт, экран– 1шт.
2.	Учебные аудитории для проведения лабораторных и практических занятий: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 250 для проведения лабораторных работ; ауд. 346 для проведения практических занятий.	проектор – 1шт, экран– 1шт., персональные компьютеры
3.	Аудитория для самостоятельной работы: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7,	персональные компьютеры

корп. 8, ауд. 120	
-------------------	--

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» по специализации «Электроэнергетические системы и сети» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2020 г., очная форма).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		И.А. Разживин

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от «22» 06 2020 г. № 7)

И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения
на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.

 / А.С. Ивашутенко /