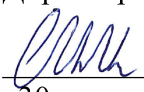


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Электромеханические переходные процессы			
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)	5		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	12	
	Практические занятия	12	
	Лабораторные занятия	8	
	ВСЕГО	32	
Самостоятельная работа, ч		148	
ИТОГО, ч		180	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры		Ивашутенко А.С.	
Руководитель ООП		Шестакова В.В.	
Преподаватель		Хохлова Т.Е.	

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)-2.1В2	Владеет навыками расчетов статической и динамической устойчивости энергосистем простой структуры
				ПК(У)-2.1У2	Умеет рассчитывать переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем
				ПК(У)-2.1З2	Знает мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энергосистем
				ПК(У)-2.1В3	Имеет опыт математического моделирования переходных процессов в ЭЭС на базе специализированных программных комплексов
				ПК(У)-2.1У3	Умеет применять принципы идеализации электрических и механических систем в области электроэнергетики при их математическом описании
				ПК(У)-2.1З3	Знает общие принципы идеализации электрических и механических систем в области электроэнергетики

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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	Владеть терминологией, основными понятиями и определениями при больших и малых возмущениях в энергосистеме	И.ПК(У)-2.1.
РД 2	Планировать и проводить расчетные эксперименты, связанные с определением устойчивости энергосистем и узлах нагрузки, интерпретировать данные и делать выводы	И.ПК(У)-2.1.
РД 3	Оценивать последствия нарушения устойчивости энергосистем и обосновывать выбор средств обеспечения устойчивости режимов энергосистем	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. Основные положения курса	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	4
Раздел 2. Статическая устойчивость энергосистем	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	5
		Самостоятельная работа	44
Раздел 3. Динамическая устойчивость энергосистем	РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	3
		Самостоятельная работа	44
Раздел 4. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость энергосистем	РД1, РД2, РД3	Лекции	1
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	14
Раздел 5. Статическая устойчивость нагрузки	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	14
Раздел 6. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	14
Раздел 7. Мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энергосистем	РД1, РД2,	Лекции	1
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	14

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные положения курса

Общее представление об электромеханических переходных процессах и вопросах, возникающих при их изучении. Содержание курса. Место курса в обучении.

Темы лекций:

1. Основные понятия и определения. Виды переходных процессов. Основные положения, принимаемые при анализе.

Раздел 2. Статическая устойчивость энергосистем

Уравнение движения ротора генератора, формы его записи в различных системах исчисления. Понятие о статической устойчивости энергосистемы. Практические критерии статической устойчивости одномашиной системы. Устойчивость генератора, работающего через сложную пассивную электрическую сеть. Статическая устойчивость генератора с

автоматическим регулированием возбуждения. Математические основы метода малых колебаний. Самораскачивание роторов генераторов. Статическая устойчивость двух станций соизмеримой мощности. Автоматическое регулирование скорости вращения роторов генераторов и частоты в энергосистеме. Неустойчивость, лавина частоты и ее предотвращение. Апериодическая статическая устойчивость сложных энергосистем.

Темы лекций:

1. Понятие о статической устойчивости энергосистемы. Практические критерии статической устойчивости одномашинной системы

Темы практических занятий:

1. Расчет статической устойчивости двухмашинной энергосистемы.
2. Расчет предельного угла и времени отключения КЗ для одномашинной системы.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование статической устойчивости одномашинной энергосистемы
2. Расчет и анализ статических режимных характеристик одномашинной энергосистемы

Раздел 3. Динамическая устойчивость энергосистем

Понятие о динамической устойчивости энергосистем. Основные допущения при анализе динамической устойчивости. Способ площадей и критерии динамической устойчивости. Предельный угол отключения поврежденной цепи линии электропередачи. Метод последовательных интервалов и предельное время отключения поврежденной цепи. Проверка устойчивости при работе ТАПВ и ОАПВ на линиях электропередачи. Процессы при отключении части генераторов. Процессы при форсировке возбуждения. Условия успешной синхронизации при вводе в работу синхронного генератора. Динамическая устойчивость двухмашинной энергосистемы. Динамическая устойчивость энергосистем с дефицитом мощности.

Темы лекций:

1. Понятие о динамической устойчивости энергосистем. Практические критерии динамической устойчивости двухмашинной энергосистемы.

Темы практических занятий:

1. Расчет и оценка устойчивости динамического перехода..

Названия лабораторных работ:

1. Выбор управляющих воздействий по условиям сохранения динамической устойчивости

Раздел 4. Асинхронные режимы, ресинхронизация и результирующая устойчивость энергосистем

Понятия и определения. Параметры и характеристики элементов электрических систем при асинхронных режимах: элементы электрической сети, синхронные генераторы, первичные двигатели, нагрузка. Ресинхронизация генератора, работающего в асинхронном режиме с повышенной скоростью. Изменение параметров режима при асинхронном ходе генераторов. Электрический центр качания

Темы лекций:

1. Синхронные качания, асинхронный ход, ресинхронизация, результирующая устойчивость.

Раздел 5. Статическая устойчивость нагрузки.

Статические характеристики пассивной, синхронной и асинхронной нагрузки. Статические характеристики комплексной нагрузки. Регулирующие эффекты нагрузки. Критерий статической устойчивости асинхронного электродвигателя. Критическое скольжение и критическое напряжение асинхронного электродвигателя. Лавина напряжения. Влияние внешнего сопротивления и частоты энергосистемы на статическую устойчивость асинхронного электродвигателя. Вторичные признаки устойчивости асинхронного электродвигателя. Вторичные признаки устойчивости узла с комплексной нагрузкой. Влияние компенсирующих устройств на статическую устойчивость нагрузки

Темы лекций:

1. Причины возникновения самораскачивание. Понятия о положительном и отрицательном асинхронном моментах-отрицательное демпфирование. Причины их возникновения. Их влияние на устойчивость системы.

Раздел 6. Переходные процессы в узлах нагрузки энергосистем при больших возмущениях

Возмущающие воздействия и большие возмущения в узлах нагрузки. Динамические характеристики нагрузки: осветительная нагрузка; асинхронные двигатели; синхронные двигатели. Режимы нагрузки при больших возмущениях: наброс нагрузки на синхронный двигатель; самозапуск асинхронных двигателей; самоотключения электроустановок и восстановление нагрузки. Мероприятия по снижению больших возмущений и их влияния на нагрузку: мероприятия в энергосистеме; мероприятия на промышленных предприятиях.

Раздел 7. Мероприятия по повышению устойчивости и качества переходных процессов энергосистем

Основные мероприятия, изменяющие параметры оборудования. Дополнительные мероприятия. Мероприятия режимного характера. Техничко-экономические показатели мероприятий.

Темы лекций:

1. Обоснование мероприятий по повышению статической устойчивости системы

Темы практических занятий:

1. Анализ мероприятий, повышающих предел передаваемой мощности.

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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение индивидуального задания;
- 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. Хрущев Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах: учебное пособие / Ю.В. Хрущев, К.И. Заповодников, А.Ю. Юшков; Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 154 с. URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m492.pdf> (дата обращения: 19.06.2018) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
2. Куликов, Ю. А. Сопротивление материалов. Курс лекций : учебное пособие / Ю. А. Куликов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 272 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91882> (дата обращения: 19.06.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Жданов, Петр Сергеевич. Вопросы устойчивости электрических систем / П. С. Жданов; под ред. Л. А. Жукова. — Изд. стер.. — Москва: Альянс, 2015. — 455 с.: ил. — Текст

Дополнительная литература:

1. 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» / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); сост. Ю. В. Хрущёв; Е. О. Кулешова; Е. Б. Шандарова — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2017/m063.pdf> (дата обращения: 19.06.2018) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
2. Фикс Н. П. Методы расчёта устойчивости энергосистем: электронный курс / Н. П. Фикс, Ю. В. Хрущёв; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), 2015. — URL: <http://design.lms.tpu.ru/enrol/index.php?id=532> (дата обращения: 19.06.2018) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
3. Хрущев, Ю. В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах : учебное пособие / Ю. В. Хрущев, К. И. Заповодников, А. Ю. Юшков. — Томск : ТПУ, 2012. — 154 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10327> (дата обращения: 19.06.2018). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Вайнштейн Р. А. Математические модели элементов электроэнергетических систем в расчетах установившихся режимов и переходных процессов: учебное пособие — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m202.pdf> (дата обращения: 19.06.2018) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
5. Вайнштейн Р.А. Основы управления режимами энергосистем по частоте и активной мощности, по напряжению и реактивной мощности: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, Н. В. Коломиец, В. В. Шестакова. — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m235.pdf> (дата обращения: 19.06.2018) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный

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. 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

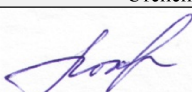
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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, 7 201	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 348	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест.
3.	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, 126	Компьютер - 20 шт. Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест.

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

Разработчик:

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ		Т.Е. Хохлова

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
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания.	От 27.08.18 №4/1