

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 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Автоматика энергосистем			
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Электроэнергетика		
Специализация	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем		
Уровень образования	Высшее образование – бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	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
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Шестакова В.В.
Преподаватель			Гусев А.С.

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)-3.	Способен проводить проектирование в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	И.ПК(У)-3.1.	Способен проводить проектирование систем релейной защиты и автоматики в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	ПК(У)-3.1В3	Владеет опытом моделирования процессов в энергосистеме для оценки влияния настроек режимной и противоаварийной автоматики на эти процессы
				ПК(У)-3.1В4	Владеет опытом применения знаний о естественных физических и искусственных информационных связях для решения задач локального и общесистемного автоматического управления энергосистемами
				ПК(У)-3.1У3	Умеет планировать и проводить расчетные исследования, связанные с построением и функционированием основных типов устройств автоматики.
				ПК(У)-3.1У4	Умеет настраивать параметры режимной и противоаварийной автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах
				ПК(У)-3.133	Знает принципы построения и функционирования основных типов устройств режимной и противоаварийной автоматики энергосистем
				ПК(У)-3.134	Знает принципы выбора параметров срабатывания противоаварийной автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах

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 ЭЭС	И.ПК(У)-3.1.
РД 2	Выполнять расчеты параметров срабатывания устройств режимной и противоаварийной автоматики	И.ПК(У)-3.1.
РД3	Применять различные методы моделирования процессов в энергосистеме для оценки влияния настроек режимной и противоаварийной автоматики на эти процессы	И.ПК(У)-3.1.
РД4	Выполнять обработку и анализ параметров срабатывания устройств режимной и противоаварийной автоматики, полученных при теоретических расчетах и экспериментах, и оценивать их на соответствие нормативным требованиям	И.ПК(У)-3.1.

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. Введение. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин, управление режимами по напряжению и реактивной мощности	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	20
Раздел 2. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в энергосистемах	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	5
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах (противоаварийная автоматика)	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	3
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин, управление режимами по напряжению и реактивной мощности

Понятие об автоматическом управлении производственными процессами. Краткие исторические сведения о развитии автоматики. Значение автоматического управления для современных энергосистем. Классификация устройств автоматики энергосистем. Системы возбуждения синхронных генераторов и их характеристики. Кратность форсировки возбуждения и скорость нарастания напряжения. Построение систем регулирования возбуждения пропорционального действия и сильного действия. Электромагнитные корректоры напряжения с согласованным включением. Распределение реактивной мощности между генераторами.

Темы лекций:

1. Понятие об автоматическом управлении производственными процессами.
2. Автоматическое регулирование возбуждения синхронных машин.
3. Управление режимами по напряжению и реактивной мощности.

Темы практических занятий:

1. Изучение программных расчетных комплексов и лабораторного всережимного моделирующего комплекса реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС)
2. Исследование на модели энергосистемы влияния настроек автоматического регулятора возбуждения синхронных машин на режимы и процессы в энергосистеме, включая колебательную устойчивость.

Раздел 2. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности в энергосистемах

Уравнение движения агрегата турбина-генератор. Статические характеристики нагрузок и их роль для установления состояния равновесия в энергетической системе. Агрегат турбина-генератор, как объект системы автоматического регулирования при регулировании частоты (основные возмущающие воздействия, регулирующие воздействия). Распределение активной мощности между генераторами и электростанциями в энергосистемах. Возможные способы решения задачи распределения активной мощности между генераторами и их оценка с точки зрения современных требований к качеству электроэнергии и режимам энергосистем. Управление режимом по частоте и активной мощности в объединенных энергосистемах с ограничениями потоков мощности по линиям электропередачи.

Темы лекций:

4. Процесс регулирования активной мощности на тепловых и гидравлических электростанциях.
5. Управление режимом по частоте и активной мощности в объединенных энергосистемах.

Темы практических занятий:

1. Исследование на модели энергосистемы процессов изменения частоты, активной мощности, работа систем автоматического регулирования частоты и активной мощности турбоагрегатов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование процессов при несинхронном включении генераторов, при их автоматической самосинхронизации и точной синхронизации.

Раздел 3. Специальные устройства автоматики для предотвращения возникновения и развития аварий в энергосистемах (противоаварийная автоматика)

Условия работы современных энергосистем. Последствия нарушения устойчивости. Условная последовательность действия устройств автоматики, снижающих вероятность развития аварии. Основы автоматического управления мощностью для сохранения устойчивости. Уравнение относительного движения ротора генератора в одномашинной схеме. Виды воздействий в комплексе противоаварийной автоматики. Отключение генераторов. Отключение нагрузки. Электрическое торможение. Аварийное регулирование турбин. Принципы и особенности построения устройств противоаварийной автоматики, как системы управления с обратной связью. Автоматическая частотная разгрузка. Автоматическое ограничение частоты. Автоматика для предотвращения недопустимого повышения напряжения на электрооборудовании.

Темы лекций:

6. Основы автоматического управления мощностью для сохранения устойчивости.
7. Виды воздействий в комплексе противоаварийной автоматики.

Темы практических занятий:

1. Исследование процессов при коротких замыканиях и других больших возмущениях, выбор и проверка средств автоматики сохранения устойчивости параллельной работы генераторов.
2. Исследование процессов при противоаварийной разгрузке турбоагрегатов, производимой для сохранения устойчивости при аварийном небалансе активной мощности в энергосистеме.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование на модели энергосистемы действия автоматического повторного

включения.

2. Исследование на модели энергосистемы действия автоматической частотной разгрузки.

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

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечения

Основная литература:

1. Овчаренко Н.И., Автоматика энергосистем : учебник для вузов / Н.И. Овчаренко ; под ред. чл.-корр. РАН, докт. техн. наук, проф. А.Ф. Дьякова - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009758.html> (дата обращения: 19.06.2019). - Режим доступа : по подписке.
2. Автоматика энергосистем: учебное пособие / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; сост. М. В. Андреев и [др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2015. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m329.pdf> (дата обращения: 19.06.2019) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный
3. Основы противоаварийной автоматики в электроэнергетических системах : учебное пособие / Р. А. Вайнштейн [и др.]. — Томск; Чебоксары: Изд-во РИЦ СРЗАУ, 2015. — 180 с.: ил. - Текст
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: 19.06.2019) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный

Дополнительная литература:

1. Неклепаев, Борис Николаевич. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков : учебное пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. — 5-е изд., стер.. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 607 с.: ил.. — Библиогр.: с. 604-605. - Текст
2. Герасименко, Алексей Алексеевич. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие для вузов / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. — 4-е изд., стер.. — Москва: КноРус, 2014. — 645 с.: ил. - Текст
3. Карапетян, И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей : справочник / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро ; под редакцией Д. Л. Файбисовича. — 4-е, изд. — Москва : ЭНАС, 2017. — 376 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/104578> (дата обращения: 19.06.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. [Вайнштейн, Роберт Александрович](#). Программные комплексы в учебном проектировании электрической части станций: учебное пособие / Р. А. Вайнштейн, В. В. Шестакова, Н. В. Коломиец; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m260.pdf> (дата обращения: 19.06.2019) 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. 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, 7 348	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 24 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» / специализация «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (прием 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Степень, звание	ФИО
Профессор ОЭЭ	Д.т.н., профессор	А.С. Гусев

Программа одобрена на заседании отделения Электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 27.06.2019 г. № 6)

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

 А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ
2020/2021 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 25.06.2020 г. № 6
2021/2022 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 2.Обновлено программное обеспечение	От 11.05.2021 г. № 6/1
2022/2023 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 29.06.2022 г. № 6