

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

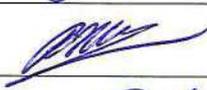
УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ  
  
 Матвеев А.С.  
 «30» июня 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

**Управление режимами электроэнергетических систем на базе силовой электроники**

Направление подготовки	<b>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>		
Образовательная программа	<b>Электроэнергетика</b>		
Специализация	<b>Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем</b>		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	10
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		12
	Практические занятия		6
	Лабораторные занятия		6
	ВСЕГО		24
	Самостоятельная работа, ч		84
	ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	<b>зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОЭЭ</b>
------------------------------	--------------	------------------------------	------------

И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры Руководитель ООП		Ивашутенко А.С.
		Шестакова В.В.
		Уфа Р.А.

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Р7, Р10	ОПК(У)-3.В6	Владеет опытом расчета и оценки характеристик типовых устройств силовой электроники
			ОПК(У)-3.У6	Умеет проводить расчёты характеристик типовых устройств силовой электроники и формулировать выводы по полученным результатам
			ОПК(У)-3.36	Знает принцип действия и характеристики типовых устройств, выполненных на базе силовой электроники
			ОПК(У)-3.В7	Владеет опытом оценки влияния типовых устройств силовой электроники на режимы электроэнергетических систем
			ОПК(У)-3.У7	Умеет проводить расчеты режимов электроэнергетических систем с учетом влияния устройств силовой электроники и формулировать выводы по полученным результатам
			ОПК(У)-3.37	Знает методы управления режимами электроэнергетических систем посредством устройств силовой электроники

### 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 концепции управляемых систем передачи переменного тока (FACTS) и их классификацию для решения задачи управления режимами электроэнергетических систем.	ОПК(У)-3
РД 2	Анализировать процессы, происходящие в устройствах FACTS, и их влияние на параметры электроэнергетической системы.	ОПК(У)-3
РД 3	Выполнять обработку и анализ параметров и характеристик традиционных технических средств поперечной компенсации реактивной мощности.	ОПК(У)-3
РД 4	Выполнять обработку и анализ параметров и характеристик быстродействующих устройств управления режимами на базе статических преобразователей напряжения и тока.	ОПК(У)-3

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.
<b>Раздел 1.</b> Технологическое и методическое обеспечение решения задач управления режимами энергетических систем.	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	22
<b>Раздел 2.</b> Традиционные технические средства поперечной компенсации реактивной мощности.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20
<b>Раздел 3.</b> Быстродействующие устройства управления режимами на базе статических преобразователей напряжения и тока.	РД1, РД2, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Самостоятельная работа	22
<b>Раздел 4.</b> Дополнительные вопросы управления режимами электроэнергетических систем.	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1.** Технологическое и методическое обеспечение решения задач управления режимами энергетических систем.

Задачи управления режимами электроэнергетических систем. Вопросы регулирования напряжения и реактивной мощности в электрических сетях. Методы повышения пропускной способности линий электропередачи. Сущность концепции управляемых систем передачи переменного тока (FACTS) и методы управления режимами электроэнергетических систем, содержащих устройства FACTS. Силовые полупроводниковые вентили в электроэнергетике. Классификация устройств FACTS.

**Тема лекции:**

1. Задачи управления режимами электроэнергетических систем. Сущность концепции управляемых систем передачи переменного тока (FACTS).

**Тема практического занятия:**

1. Исследование регулирования напряжения и повышение пропускной способности электропередач.

**Название лабораторной работы:**

1. Исследование функционирования управляемого трёхфазного выпрямителя.

**Раздел 2.** Традиционные технические средства поперечной компенсации реактивной мощности.

Традиционные технические средства компенсации реактивной мощности в электрических сетях. Статические тиристорные компенсаторы. Управляемые шунтирующие реакторы.

Схемы, конструкция и особенности эксплуатации традиционных средств компенсации реактивной мощности. Принцип действия, характеристики и системы автоматического управления устройств FACTS на базе однооперационных полупроводниковых приборов.

**Темы лекций:**

1. Традиционные технические средства компенсации реактивной мощности в электрических сетях.
2. Управляемые шунтирующие реакторы.

**Тема практического занятия:**

1. Анализ систем автоматического управления СТК/СТАКОМ.

**Название лабораторной работы:**

1. Исследование принципов работы и характеристик тиристорно-реакторной группы СТК.

**Раздел 3. Быстродействующие устройства управления режимами на базе статических преобразователей напряжения и тока.**

Схемы и принцип действия преобразователей напряжения на полностью управляемых силовых полупроводниковых приборах. Режимы работы статических преобразователей. Преобразователь напряжения как статический компенсатор реактивной мощности (СТАТКОМ). Статические и динамические характеристики СТАТКОМ. Продольные и комбинированные устройства компенсации реактивной мощности. Вставки постоянного тока на базе преобразователей тока и преобразователей напряжения. Несинхронное объединение энергетических систем. Передача электроэнергии на постоянном и переменном токе. Присоединение ветроэлектростанций в электрических сетях.

**Темы лекций:**

1. Схемы и принцип действия преобразователей напряжения на полностью управляемых силовых полупроводниковых приборах.
2. Продольные и комбинированные устройства компенсации реактивной мощности.

**Тема практического занятия:**

1. Изучение принципов работы и характеристик однофазного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией.

**Раздел 4. Дополнительные вопросы управления режимами электроэнергетических систем.**

**Темы лекций:**

1. Анализ устойчивости электропередачи, оборудованной поперечной компенсацией.
2. Фазопоротные трансформаторы. Асинхронизированные синхронные электрические машины.

**Название лабораторной работы:**

1. Исследование трехфазного мостового управляемого выпрямителя.

**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 контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- 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. Коротков В.Ф., Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах : учебник для вузов / В.Ф. Коротков. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007716.html> (дата обращения: 19.06.2019).
2. Бурман А.П., Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем : учебное пособие / А.П. Бурман, Ю.К. Розанов, Ю.Г. Шакарян. - М. : Издательский дом МЭИ, 2012. - 336 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383007389.html> (дата обращения: 19.06.2019).
3. 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.

#### Дополнительная литература:

1. Бортник И.М., Основы современной энергетики. В 2 т. Т. 2. Современная электроэнергетика : учебник для вузов / под общ. ред. Е.В. Аметистова. - 5-е изд., стер. - М. : Издательский дом МЭИ, 2010. - 632 с. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. – URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383005033.html> (дата обращения: 19.06.2019).
2. Розанов Ю.К., Силовая электроника : учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк - М. : Издательский дом МЭИ, 2016. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (дата обращения: 19.06.2019). - Режим доступа : по подписке.
3. Уфа Р.А., Лозинова Н.Г., Сулова О.В., Андреев М.В., Рубан Н.Ю., Суворов А.А. Технология передач и вставок постоянного тока (Часть 1). Общие принципы технологии передач и вставок постоянного тока: учебное пособие / Р.А. Уфа, Н.Г. Лозинова, О.В. Сулова и др. – Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 100 с. – Текст: электронный. – URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2018/m034.pdf> (дата обращения: 19.06.2019).
4. Герасименко А.А., Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии / Герасименко А.А., Нешатаев В.Б. - Красноярск: СФУ, 2012. – 218 с. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. –

URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785763826302.html> (дата обращения: 19.06.2019).

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

Электронный курс «Управление режимами электроэнергетических систем на базе силовой электроники» <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2321>

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](http://vap.tpu.ru));

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 315	Проектор – 1шт, экран– 1шт
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 241	Лаборатория релейной защиты: 1. Универсальный комплекс для оценки параметров средств релейной защиты и автоматики Ретом-11М. 2. Комплекс программно-технический измерительный Ретом-51 с комплектами ЗИП. 3. Лабораторный комплекс «Дистанционная и дифференциальная защита элементов энергосистем».
3.	Учебная аудитория для проведения практических занятий: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 119 – 122, 126	компьютеры– 15 шт.;
4.	Аудитория для самостоятельной работы: 634050, Томская область, г. Томск, ул. Усова, 7, корп. 8, ауд. 119	компьютеры– 15 шт.;

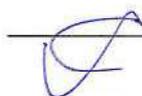
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» / специализация «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (приема 2017 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ	к.т.н.	Р.А. Уфа

Программа одобрена на заседании кафедры электроэнергетических систем (протокол от 22.05.2017 г. №22).

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