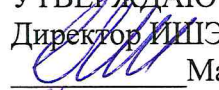


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИПЭ

 Матвеев А.С.
«26» июля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

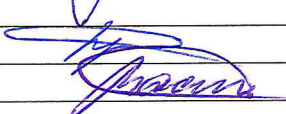
Методы и средства управления режимами на базе силовой полупроводниковой техники

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление режимами электроэнергетических систем		
Специализация	Управление режимами электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	48	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		44	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Зачёт	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
---------------------------------	--------------	---------------------------------	------------

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ на правах
кафедры

Руководитель ООП
Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Прохоров А.В.
	Васильев А.С.

2020 г.

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
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	И.УК(У)-1.1	Выявляет причинно-следственные связи и анализирует объект как систему	УК(У)-1.1В1	Владеет: методами установления причинно-следственных связей и определения наиболее значимых среди них
				УК(У)-1.1У1	Умеет: выявлять связи между компонентами сложного объекта и анализировать его поведение как единого целого
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.ОПК(У)-1.2	Применяет на практике современные технологии сбора, обработки и интерпретации данных	ОПК(У)-1.2У1	Умеет: применять на практике современные технологии сбора, обработки и интерпретации данных
				ОПК(У)-1.2З1	Знает: технологии сбора, обработки и интерпретации данных
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.2	Структурирует и оформляет результаты анализа профессиональной информации	ОПК(У)-2.2З1	Знает: инструменты создания отчетов, презентаций и визуализации информации
				ОПК(У)-2.2В1	Владеет: опытом подготовки отчетов и презентаций по итогам анализа профессиональной информации
ДОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	И.ДОПК(У)-1.2	Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	ДОПК(У)-1.2В1	Владеет: прикладным программным обеспечением для технических вычислений и решения нестандартных задач
				ДОПК(У)-1.2У2	Умеет: решать нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний
ПК(У)-2	Способен анализировать и прогнозировать условия работы отдельных	И.ПК(У)-2.1	Анализирует зависимости между параметрами и характеристиками компонентов	ПК(У)-2.1З1	Знает: конструктивные особенности и технические характеристики линий электропередачи, генерирующего и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
	компонентов электроэнергетической системы, их взаимное влияние и совокупное воздействие, оказываемое на состояние и показатели работы системы в целом		энергосистемы, параметрами режима, показателями работы и характером протекания переходных процессов в электроэнергетической системе		электросетевого оборудования
				ПК(У)-2.1У1	Умеет: анализировать влияние конструктивных параметров и технических характеристик линий электропередачи, генерирующего и электросетевого оборудования на параметры режима, показатели работы и характер протекания переходных процессов в электроэнергетической системе
				ПК(У)-2.1В1	Владеет: методами оценки потерь мощности, определения предельных уровней напряжения, значений перетоков мощности, углов электропередачи, отклонений частоты, уровней токов нагрузочных режимов и коротких замыканий, в том числе определения их допустимой длительности
		И.ПК(У)-2.2	Анализирует и прогнозирует условия работы энергосистемы и её отдельных компонентов на основании результатов измерений электрических величин	ПК(У)-2.232	Знает: методы анализа и фильтрации сигналов
				ПК(У)-2.2У1	Умеет: осуществлять количественную и качественную оценку условий работы энергосистемы с помощью векторных диаграмм, трендов изменения телеметрии, осциллограмм регистраторов аварийных событий
				ПК(У)-2.2У2	Умеет: оценивать правильность и достаточность действий и настроек устройств и систем релейной защиты и автоматики на основании анализа изменения электрических параметров режима работы энергосистемы во времени
		И.ПК(У)-2.4	Анализирует и прогнозирует влияние рыночных и регуляторных механизмов, законодательных инициатив и технологических	ПК(У)-2.433	Знает: актуальные технологические тренды в Российской и зарубежной электроэнергетике
				ПК(У)-2.4У3	Умеет: анализировать влияние внедрения и распространения новых технологий на режимы

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			трендов на режимы работы и структуру энергосистемы		работы и структуру энергосистемы

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	Выявлять причины отклонений между фактическими и заданными значениями параметров работы устройств на базе силовой электроники на основе анализа нелинейных процессов в силовом оборудовании и с учетом действия их систем автоматического управления	И.УК(У)-1.1
РД 2	Самостоятельно приобретать новые и развивать имеющиеся математические, естественнонаучные и профессиональные знания, необходимые для анализа и совершенствования систем автоматического управления устройств на базе силовой электроники, применяемых в электроэнергетике	И.ДОПК(У)-1.2
РД 3	Оформлять результаты анализа профессиональной информации, с помощью современных инструментов создания отчетов, презентаций и визуализации данных	И.ОПК(У)-2.2
РД 4	Автоматизировать процессы сбора, обработки и интерпретации данных при вычислительном эксперименте с помощью инструментов, встроенных в прикладное программное обеспечение для технических расчетов	И.ОПК(У)-1.2
РД 5	Анализировать влияние установленной мощности и быстродействия средств регулирования напряжения на процессы и режимы работы электроэнергетической системы	И.ПК(У)-2.1
РД 6	Оценивать регулировочный диапазон и корректность настройки систем автоматического управления устройств на базе силовой электроники по данным измерений мгновенных и действующих значений, векторных величин, гармонического состава токов и напряжений	И.ПК(У)-2.2
РД 7	Выполнять сравнительную оценку влияния различных устройств на базе силовой электроники на режимы и процессы в электроэнергетической системе	И.ПК(У)-2.4

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 (модуль) 1. Проблемы управления режимами энергосистем. Технологическое и методическое обеспечение решения задач управления режимами энергетических систем.	РД-1	Лекции	4
	РД-3	Практические занятия	–
	РД-4	Лабораторные занятия	4
	РД-6	Самостоятельная работа	4
	РД-7		
Раздел (модуль) 2. Поперечное регулирование напряжения и реактивной мощности. Тиристорно-управляемые устройства (первого поколения) и устройства поперечной компенсации реактивной мощности на базе четырехквadrантных преобразователей напряжения (второго поколения).	РД-1	Лекции	6
	РД-2	Практические занятия	–
	РД-3	Лабораторные занятия	20
	РД-4	Самостоятельная работа	20
	РД-6		
Раздел (модуль) 3. Технологии передачи электрической энергии на постоянном и переменном токе.	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	–
	РД-3	Лабораторные занятия	20
	РД-4	Самостоятельная работа	16
	РД-5		
	РД-6		
	РД-7		
Раздел (модуль) 4. Продольные компенсаторы реактивной мощности тиристорно-управляемые и на базе преобразователей напряжения.	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	–
	РД-3	Лабораторные занятия	4
	РД-4	Самостоятельная работа	4
	РД-5		
	РД-6		
	РД-7		

Содержание разделов дисциплины:

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

Темы лекций:

1. Проблемы управления режимами энергосистем и место устройств на базе силовой электроники в задаче управления режимом.
2. Современная и перспективная силовая полупроводниковая элементная база и её применение в электроэнергетике на примере тиристорно-управляемого реактора. Классификация устройств на базе силовой электроники.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование тиристорно-управляемого реактора.

Раздел 2. Поперечное регулирование напряжения и реактивной мощности. Тиристорно-управляемые устройства (первого поколения) и устройства поперечной компенсации реактивной мощности на базе четырехквadrантных преобразователей напряжения (второго поколения).

Темы лекций:

1. Устройства поперечной компенсации первого поколения.
2. Устройства поперечной компенсации второго поколения.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя.
2. Исследование трехфазного мостового управляемого выпрямителя.
3. Изучение принципов работы и характеристик однофазного инвертора напряжения с широтно-импульсной модуляцией.
4. Анализ режимов работы преобразователя напряжения на базе полностью управляемых полупроводниковых вентилей.

Раздел 3. Технологии передачи электрической энергии на постоянном и переменном токе.

Темы лекций:

1. Различия технологий передачи электроэнергии.
2. Характеристики поперечно компенсированной электропередачи. Система автоматического управления статического тиристорного компенсатора реактивной мощности.
3. Векторные системы автоматического управления устройства на базе СТАТКОМ.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование характеристик поперечно-компенсированных электропередач.
2. Анализ и синтез системы автоматического управления поперечного компенсатора реактивной мощности (СТК или СТАТКОМ по выбору студента).
3. Система автоматического управления вставки несинхронной связи.

Раздел 4. Продольные компенсаторы реактивной мощности тиристорно-управляемые и на базе преобразователей напряжения.

Темы лекций:

1. Анализ режимов работы тиристорно-управляемого продольного компенсатора. Оценка влияния продольного компенсатора на характеристики электропередачи.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование характеристик продольно-компенсированных электропередач.

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;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку: однофазный двухполупериодный неуправляемый выпрямитель; трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель;

- алгоритмы широтно-импульсной модуляции.
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Бурман А. П. Управление потоками электроэнергии и повышение эффективности электроэнергетических систем: учебное пособие / А. П. Бурман. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011898.html> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Коротков В. Ф. Автоматическое регулирование в электроэнергетических системах: учебник для вузов / В. Ф. Коротков. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012109.html> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Розанов Ю. К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383010235.html> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Куско А. Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии / А. Куско, М. Томпсон. – Москва: ДМК Пресс, 2010. – 334 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61010> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Силовая полупроводниковая элементная база. Технология производства. Конструктивные решения: учебное пособие / В. Я. Фролов, А. М. Сурма, К. Н. Васерина, А. А. Черников. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 228 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/115497> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Фролов В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab – Simulink: учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 332 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/106890> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Шведов Г. В. Потери электроэнергии при ее транспорте по электрическим сетям: расчет, анализ, нормирование и снижение: учебное пособие для вузов / Г. В. Шведов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012185.html> (дата обращения: 27.05.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Электронный образовательный ресурс LMS MOODLE
<https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2177>
2. PTC Mathcad 15 <https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/>
3. MathWorks MATLAB <https://appserver01.main.tpu.ru/RDWeb/Pages/>
4. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
5. Полнотекстовые и реферативные базы данных для студентов и сотрудников ТПУ.
URL: <https://www.lib.tpu.ru/html/full-text-db>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Document Foundation Libre Office

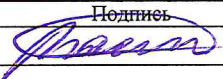
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 249	Компьютер - 19 шт., Экран Limien Master Control «LMC-100114» - 1 шт. Видеостена - 1шт., проектор – 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт., шкаф для документов - 1 шт., полка - 2 шт., комплект учебной мебели на 15 посадочных мест
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, 7 221	Компьютер – 20 шт., видеопроектор - 1 шт., звуковая система - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт., тумба подкатная - 3 шт., комплект учебной мебели на 15 посадочных мест.

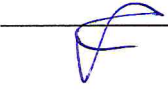
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, специализация «Управление режимами электроэнергетических систем» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Васильев А.С.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники Инженерной школы энергетики (протокол от «27» июня 2019 г. № 6).

И.о. заведующего кафедрой -
руководителя ОЭЭ на правах кафедры
к. т. н, доцент



А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол)
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины	протокол от «25» июня 2020 г. № 6