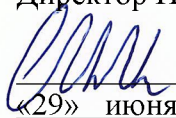


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ

 Матвеев А.С.
«29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Планирование режимов работы электроэнергетических систем

Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Цифровая энергетика		
Специализация	Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	8	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		168	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией		курсовая работа	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации

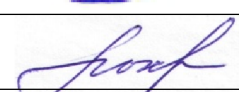
Экзамен, дифф. зачёт

Обеспечивающее подразделение

ОЭЭ ИШЭ

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя отделения на
правах кафедры ОЭЭ
Руководитель ООП

Преподаватели

	Ивашутенко А.С.
	Бацева Н.Л.
	Бацева Н.Л. Хохлова Т.Е.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся 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
ПК(У)-1	Способен создавать цифровые модели энергообъектов, сетевых районов, электротехнических устройств, устройств на базе силовой электроники, систем автоматического регулирования для решения исследовательских и технологических задач, анализировать процессы и интерпретировать результаты	И. ПК (У)-1.1	Разрабатывает цифровые модели энергообъектов, сетевых районов, электротехнических устройств, устройств на базе силовой электроники, систем автоматического регулирования	ПК (У)-1.131	Знает принципы и методы создания цифровых моделей энергообъектов, сетевых районов, электротехнических устройств, систем автоматического регулирования
				ПК (У)-1.1У1	Умеет создавать целостную цифровую модель из отдельных компонентов
				ПК (У)-1.1В1	Владеет опытом применения пакетов прикладных программ для создания цифровых моделей энергообъектов, сетевых районов, электротехнических устройств и анализа процессов в них
ПК (У)-2	Способен применять нормативно-техническую документацию для разработки проектной документации и при эксплуатации энергообъектов и электротехнических устройств	И. ПК (У)-2.1	Применяет нормативно-техническую документацию для создания проектов и в эксплуатационной деятельности	ПК (У)-2.131	Знает нормативно-техническую документацию в области проектной и эксплуатационной деятельности; требования к объектам электроэнергетики и их компонентам
				ПК (У)-2.1У1	Умеет производить отбор необходимой нормативно-технической документации
				ПК (У)-2.1В1	Владеет опытом применения требований нормативно-технической документации при проектировании объектов электроэнергетики, их компонентов и при эксплуатации электрооборудования
ПК (У)-3	Способен выполнять инженерное проектирование энергообъектов и электротехнических устройств с учётом цифровизации электроэнергетики	И. ПК (У)-3.1	Демонстрирует готовность проектировать энергообъекты и электротехнические устройства	ПК (У)-3.131	Знает требования действующих законодательных актов и нормативно-технической документации к составу и содержанию разделов проекта; нормативных документов по выбору, расчету и проектированию объектов электроэнергетики и электротехнических устройств
				ПК (У)-3.1У1	Умеет производить сбор и обработку исходных данных, выполнять необходимые расчёты и анализировать их
				ПК (У)-3.1В1	Владеет опытом проектирования энергообъектов и электротехнических устройств

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля 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	Умеет создавать цифровые модели энергорайонов энергосистем с использованием специализированных программных комплексов.	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1
РД-2	Владеет навыками подготовки исходных данных и выполнения расчетов электрических режимов с целью анализа баланса электропотребления, его планирования и прогнозирования.	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1
РД-3	Знает принципы построения и алгоритмы функционирования автоматизированных систем коммерческого учёта электрической энергии, их элементную базу.	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-3.1
РД-4	Умеет рассчитывать учётные показатели на основе данных, полученных от автоматизированных систем коммерческого учёта электрической энергии.	И.ПК(У)-1.1 И.ПК(У)-2.1 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 в предмет планирования режимов работы энергосистем	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	14
		Самостоятельная работа	50
Раздел 2. Функционирование рынков электрической энергии	РД-1 РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	49
Раздел 3. Управление спросом	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Интеллектуальные измерительные системы (Smart Metering)	РД-3 РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	49

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в предмет планирования режимов работы энергосистем

Рассматриваются ключевые аспекты планирования режимов работы энергосистем.

Темы лекций:

1. Термины и определения. Ключевые деловые процессы по обеспечению надежности и безопасности функционирования и моделированию режимов энергосистем. Общие требования к планированию режимов работы энергосистемы. Расчётные модели и их верификация.

Названия лабораторных работ:

1. Создание базовой расчетной модели энергосистемы, расчёт и анализ установившегося режима максимальных нагрузок. Верификация расчётной модели.
2. Анализ электрических режимов в схемно-режимных ситуациях, связанных с планированием графиков ремонтов электрооборудования.

Раздел 2. Функционирование рынков электрической энергии

Рассматриваются механизмы функционирования рынков электрической энергии и мощности.

Темы лекций:

1. Законодательные документы, регулирующие функционирование рынков.
2. Оптовый рынок электроэнергии и мощности: инфраструктура коммерческая и технологическая; участники оптового рынка; договорные отношения на оптовом рынке; оптовый рынок в ценовых зонах.
3. Рынок на сутки вперед: маржинальное ценообразование; типы аукционов; свойства цен рынка; механизмы торговли в плановом режиме.
4. Балансирующий рынок электроэнергии.
5. Рыночные механизмы выбора состава включенного генерирующего оборудования: технология; отбор заявок и планирование режимов.
6. Финансово-расчётная система оптового рынка.
7. Коммерческий учёт электроэнергии на оптовом рынке: принципы организации; технические требования к АИИС КУЭ; ответственность за организацию коммерческого учёта.
8. Розничные рынки: модели розничного рынка; субъекты; требования к гарантирующему поставщику; энергоснабжающие организации; производители электрической энергии; территориальные сетевые организации; система договорных отношений розничного рынка: ответственность за надежность энергоснабжения потребителей; организация коммерческого учета на розничных рынках.

Название лабораторной работы:

1. Исследование баланса мощности: контроль баланса; баланс в электрической сети, балансовое уравнение секции (системы) шин.

Названия практических занятий:

1. Расчёт «метрологического небаланса» и планирование потерь;
2. Балансировка учётных показателей.

Раздел 3. Управление спросом

Приводятся сведения об управлении спросом на электрическую энергию.

Темы лекций:

1. Агрегаторы управления спросом и их роль, модель агрегатора. Зарубежный опыт. Управление спросом в России. Цели и задачи. Исходные условия. Нормативно-правовая база и государственные стандарты.
2. Управление спросом для выравнивания графика загрузки сетевых мощностей и присоединения новых потребителей; управление спросом розничных потребителей.

Раздел 4. Интеллектуальные измерительные системы (Smart Metering)

Рассматриваются типы современных измерительных систем.

Темы лекций:

1. Метрология Smart Metering: классификация измерений; типы измерительных систем и их особенности; метрологическое обеспечение АИИС КУЭ на ОРЭМ и РРЭ.
2. Средства Smart Metering: технические и функциональные требования; счётчики электроэнергии; трансформаторы тока и напряжения; контроллеры (УСПД, RTU). Система АСКУЭ: архитектура и основные элементы; принцип работы. АСКУЭ и АИИС КУЭ: общие черты и отличия; преимущества АСКУЭ по сравнению с традиционным энергоучётом. LPWAN – технология и организация АСКУЭ на базе LPWAN.

Темы практических занятий:

1. Модели для энергетических расчётов в среде Smart Metering.
2. Кластеры и кластерная модель: объектная, информационная, структурно-математическая.
3. Расчёты учётных показателей, потерь и их погрешностей в кластерах.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ процесса передачи данных по RS интерфейсу и по GSM каналу в АСКУЭ.

Тематики курсовой работы (КР)

1. Проектирование автоматизированной системы управления энергообъектом на базе современных программно-аппаратных комплексов.

2. Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты электроустановок напряжением 6 – 35 кВ.

3. Цифровая подстанция. Исследование работы и настройка оборудования цифровых подстанций на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк.

4. Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты электроустановок напряжением 110 кВ.

Выбор варианта для расчетного раздела курсовой работы осуществляется в соответствии с номером студента в учебном журнале, например:

№ варианта	Тема работы
1	Проектирование система диспетчерского управления электроснабжением промышленного предприятия (АСДУ Э) на базе ИИС НЕВА
2	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты электроустановок напряжением 6 – 35 кВ на базе терминала БМРЗ-100
3	АСУ ТП технологическим оборудованием на энергообъектах и промышленных предприятиях на базе ИИС НЕВА
4	Цифровая подстанция. Исследование приборов учета электроэнергии на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк
5	Проектирование системы телемеханики, ССПИ, СОТИ АССО на базе ИИС НЕВА
6	Цифровая подстанция. Исследование работы первичных трансформаторов тока и напряжения на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк
7	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты электроустановок напряжением 6 – 35 кВ на базе терминала ТОР-200
8	Цифровая подстанция. Конфигурирование параметров информационной сети комплекса РЗиА на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк
9	Проектирование системы контроля и диагностики генераторов на базе ИИС НЕВА
10	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты линии 110кВ на базе шкафа ШЭ2607 016 ООО НПП “ЭКРА”
11	Проектирование системы регистрации аварийных событий на базе ИИС НЕВА
12	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты линии 220кВ на базе шкафа ШЭ2607 081 ООО НПП “ЭКРА”
13	Проектирование системы мониторинга переходных режимов (СМПР) на базе ИИС НЕВА
14	Цифровая подстанция. Исследование работы трехфазных выключателей на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк
15	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты энергоблока генератор-трансформатор на базе шкафа ШЭ1111 ООО НПП “ЭКРА”

№ варианта	Тема работы
16	Проектирование системы АСКУЭ на предприятии на базе ИИС НЕВА
17	Цифровая подстанция. Настройка параметров цифровых защит на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк
18	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты электроустановок напряжением 6 – 35 кВ на базе терминала Seram 1000+
19	Цифровая подстанция. Структура информационного обмена комплекса РЗиА на базе модели цифровой подстанции МЦП2-Нк
20	Проектирование аппаратной части микропроцессорной релейной защиты электроустановок напряжением 6 – 35 кВ на базе терминала TOP-100

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Жуков В. В. Бизнес-планирование в электроэнергетике: учебное пособие для вузов / В. В. Жуков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011317.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Русина А. Г. Балансы мощности и выработки электроэнергии в электроэнергетической системе: учеб.– метод. пособие / А. Г. Русина. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2012. – 55 с. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента" – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778219359.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Максимов Б. К. Электроэнергетика России после проведения реформ и основы рынка электроэнергии: учебное пособие для вузов / Б. К. Максимов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012741.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Осика Л. К. Операторы коммерческого учета на рынках электроэнергии. Технология и организация деятельности: учебное пособие / Л. К. Осика. – Москва: ЭНАС, 2007. – 192 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/38608>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 N 1172 (ред. от 29.03.2019) «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации

функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности» [Электронный ресурс]. – URL: www.ti-ees.ru. – Режим доступа: свободный.

3. Постановление Правительства РФ от 29.12.2011 N 1178 (ред. от 31.12.2015) "О ценообразовании в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике" [Электронный ресурс]. – URL: www.np-sr.ru. – Режим доступа: свободный.

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. Office 2013 Standard Russian Academic
2. Adobe Acrobat Reader DC
3. PTC Mathcad 15 Academic Floating
4. RastrWin3 Student
5. Google Chrome
6. Zoom Zoom

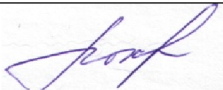
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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 (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 250	Комплекс контролеров автоматической частотной разгрузки энергосистемы - 2 шт.; Счетчик электрической энергии Квант - 2 шт.; Лабораторный комплекс «Модель цифровой подстанции -2» - 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 810 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 331	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

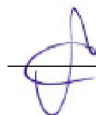
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / «Цифровая энергетика» профиль «Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем» (прием 2019 г., очная форма)

Разработчики:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Бацева Н.Л.
Доцент ОЭЭ		Хохлова Т.Е.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения электроэнергетики и электротехники ИПЭ (протокол от «27» 06 2019 г. № 6).

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

 /А.С. Ивашутенко/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание дисциплины 4. Обновлен список литературы	от 25.06.2020 г. № 6