

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем
Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УПРАВЛЕНИЕ ИМИ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электрические станции

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Майоров Глеб
Сергеевич
Дата подписания: 22.05.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Федосов Денис
Сергеевич
Дата подписания: 30.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электроэнергетические системы и управление ими» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-2 Способность к выполнению работ по управлению режимами электрических станций и электроэнергетических систем	ПКС-2.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-2.7	Показывает знание иерархии и принципов управления электроэнергетическими системами	Знать методы и средства решения в рамках производственно-технологической и других видах профессиональной деятельности; технологии и средства обработки информации и способы оценки результатов применительно к решению профессиональных задач; методы анализа и расчета нормальных и аварийных режимов ЭС; Уметь оценивать показатели качества, безопасности и надежности системы энергоснабжения и вырабатывать эффективные мероприятия по их повышению; Владеть современными измерительными системами и компьютерными средствами анализа для получения адекватного текущего и прогнозного описания состояния ЭС и ее параметров

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электроэнергетические системы и управление ими» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математическое моделирование в энергетике и электротехнике», «Электроэнергетические системы и сети», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах», «Надежность в энергетике», «Режимы работы электрооборудования станций и подстанций»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	33	33
лекции	11	11
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	22	22
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	75	75
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	ЭЭС как объект исследования	1	1					3	5	Устный опрос
2	Новые тенденции в развитии ЭЭС	2	1					1, 3	15	Реферат
3	Режимы работы ЭЭС	3	2			1	2	2, 3	13	Устный опрос
4	Математические модели и методы анализа и управления установившимися и переходными режимами ЭЭС	4	2			2, 3	8	3	5	Устный опрос
5	Системы оперативно- диспетчерского управления	5	2							Устный опрос
6	Системы автоматического управления	6	2			4, 5, 8	6	2, 3, 3	24	Устный опрос

	нормальными режимами									
7	Системы автоматического противоаварийного управления ЭЭС	7	1			6, 7	6	2, 3	13	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		11				22		75	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
1	ЭЭС как объект исследования	Рассматриваются - история создания ЭЭС России и зарубежных стран; структура построения, состав элементов электрической сети и средств управления; количественные характеристики элементов генерации, электрической сети и нагрузки; динамика изменения значения параметров элементов – единичной мощности генераторов, удельного расхода топлива, уровня номинальных напряжений и т.д. Этапы автоматизация технологических процессов эксплуатации и проектировании ЭЭС
2	Новые тенденции в развитии ЭЭС	Этапы и причины реорганизации ЭЭС на основе идей либерализации и использования различных форм. Принципы формирования и организации оптового и розничного рынка электроэнергии и мощности. Этапы приватизации оборудования энергосистем. Принципы формирования и организации оптовых и территориальных генерирующих компаний. Реорганизация построения и управления электрическими сетями. Создание федеральной и территориальных сетевых компаний. Реорганизация энергосбытовых компаний. Создание энергосбытовых компаний и гарантирующих поставщиков. Характеристика современных технологий и средств управления ЭЭС. Принципы построения Smart Grids. Описание использования идеологии «умных сетей» на примере зарубежных энергосистем
3	Режимы работы ЭЭС	Классификация режимов работы ЭЭС. Основные принципы управления работой ЭЭС. Диспетчеризация управления. Виды декомпозиции задач управления. Характеристика целей, критериев и ограничений при управлении ЭЭС. Классификация задач управления ЭЭС. Средства управления ЭЭС. Основные характеристики тепловых и гидроэлектростанций – расходные характеристики, маневренность, располагаемые

		активные и реактивные мощности, виды участия в покрытии электрической и тепловой нагрузки. Краткое описание характеристик энергоресурсов ТЭС и ГЭС. Расходных характеристики, удельные расходы и относительные приросты. Пусковые характеристики. Расходы на останов агрегатов. Специфика учета интегральных ограничений по запасам топлива и воды. Необходимость декомпозиции по времени задач управления. Описание средств управления и поддержания балансов активной и реактивной мощностей. Описание видов резервов активной и реактивной мощности. Современные принципы и средства резервирования активной и реактивной мощности
4	Математические модели и методы анализа и управления установившимися и переходными режимами ЭЭС	Математические модели элементов ЭЭС - линий электропередач постоянного и переменного тока, трансформаторов, генераторов, нагрузки. Методы получения значений электрических параметров линий электропередач. Свойства, характеристики и параметры длинных линий. Векторные и круговые диаграммы линий электропередач. Методы получения значений электрических параметров трансформаторов. Свойства, характеристики и параметры длинных линий. Векторные диаграммы трансформаторов. Виды схем замещения линий электропередач и трансформаторов используемые для расчета установившихся и переходных режимов ЭЭС. Расчетные схемы ЭЭС при расчете установившихся и переходных режимов. Свойства и характеристики систем уравнений установившихся и переходных режимов ЭЭС. Область существования, многозначность решения. Методы линеаризации системы уравнений установившегося режима. Способы изучения структурных свойств электрических сетей – модальный и сингулярный анализ.
5	Системы оперативно-диспетчерского управления	Автоматизированные системы оперативно-диспетчерского управления ЭЭС и их подсистем. Необходимость использования оперативно-диспетчерского управления ЭЭС. Основные функции, иерархия задач и структура построения оперативно-диспетчерского управления и принципы взаимодействия с автоматизированными системами управления технологическими процессами ЭЭС. Технические средства, информационное и программное обеспечения. Достоверизация информации и алгоритмы построения расчетной модели ЭЭС. Алгоритмы прогнозирования и оценивания состояния ЭЭС. Методы получения и реализации

		управляющих воздействий. Взаимодействие системного оператора и оператора торговой сети при оперативном управлении ЭЭС.
6	Системы автоматического управления нормальными режимами	Необходимость разработки и использования систем автоматического поддержания баланса активной и реактивной мощности в ЭЭС и их взаимодействие. Автоматическое регулирование частоты и активной мощности (АРЧМ). История развития системы АРЧМ. Основные функции АРЧМ и особенности применения в ЭЭС, имеющих различный состав генерирующего оборудования. Факторы, влияющие на качество поддержания частоты. Технические средства, информационное и программное обеспечение систем АРЧМ. Регуляторы возбуждения синхронных генераторов. Автоматика поддержания допустимого баланса реактивной мощности в ЭЭС. Технические средства, информационное и программное обеспечение автоматики управления балансом реактивной мощности. Автоматика ограничения повышения и понижения напряжения в электрической сети, автоматика ограничения перегрузки оборудования
7	Системы автоматического противоаварийного управления ЭЭС	Характеристика аварийных режимов и причин их возникновения. Виды возмущений и их воздействие на состояние ЭЭС. Назначение, виды и принципы выполнения противоаварийной автоматики. Технические средства, информационное и программное обеспечение систем противоаварийного управления. Централизованные комплексы противоаварийной автоматики - принципы построения, выработки и реализации управляющих воздействий. Иерархия систем автоматического противоаварийного управления. Иллюстрация алгоритмов работы противоаварийной автоматики на примере автоматики ликвидации асинхронного режима ЭЭС. Современные принципы и средства построения противоаварийной автоматики

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Основные свойства расходных характеристик ТЭС и ГЭС	2

2	Исследование свойств управляемого шунтирующего реактора (УШР), как Современного средства управления реактивной мощностью в ЭЭС	4
3	Определение предельных значений узловых напряжений, располагаемой активной и реактивной мощности генерации электростанций и межсистемных потоков активной мощности в сложной ЭЭС	4
4	Средства управления активной и реактивной мощностью на ГЭС и ТЭС	2
5	Средства управления активной мощностью и частотой в ЭЭС в нормальных и утяжеленных режимах на примере АРЧМ	2
6	Средства управления активной мощностью и частотой в ЭЭС в аварийных и послеаварийных режимах на примере АЛАР	2
7	Средства управления активной мощностью и частотой в ЭЭС в аварийных и послеаварийных режимах на примере работы централизованных комплексов противоаварийной автоматики	4
8	Средства управления реактивной мощностью и напряжением в ЭЭС в нормальных режимах	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	10
2	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	30
3	Проработка разделов теоретического материала	35

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения, например, дискуссия, проводимая в форме публичного обсуждения по поводу заданного спорного вопроса, проблемы.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

О.Н. Войтов. Электроэнергетические системы и управление ими. Методические указания к практическим занятиям / ИРНИТУ [Электронное издание] – Иркутск, 2018.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

О.Н. Войтов. Электроэнергетические системы и управление ими. Методические указания к самостоятельной работе студентов / ИРНИТУ [Электронное издание] – Иркутск, 2018.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Проводится в начале каждого занятия по разделам дисциплины. Описание процедуры: позволяет не только опрашивать и контролировать знания обучающихся, но и сразу же поправлять, повторять и закреплять знания, умения и навыки. Проводится в виде устных тестов. Обучающийся выбирает один вариант из нескольких предложенных. Но суть в том, что свой ответ он должен обосновать. Опрос занимает минимум времени, используется на этапах повторения и закрепления темы.

Критерии оценивания.

Показывает всестороннее и глубокое знание учебного и нормативного материала (зачитывается). Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в ответах (не зачитывается).

6.1.2 семестр 8 | Реферат

Описание процедуры.

Самостоятельная подготовка рефератов на заданную тему и их защита.

Предлагается подготовить рефераты по следующим темам:

1. Современные технологии автоматизации технологических процессов
2. Применение технологии SCADA при автоматизации технологических процессов.
3. Метрологическое обеспечение АСУ ТП.
4. Использование технологии цифровые подстанции на объектах ЕНЭС ФСК
5. Компьютерные технологии в электроэнергетике.
6. Автоматизированные комплексы распределенного управления.
7. Системы управления технологическими процессами гидростанций.
8. Инжиниринг систем автоматизации подстанций 250-500 кВ.

Критерии оценивания.

Рекомендации по подготовке рефератов: - целесообразно использовать справочники, учебную и научную литературу, интернет; - анализ следует выполнять с учетом современного состояния ЭЭС; - по завершении работы должны быть предложены рекомендации по улучшению работы ЭЭС. Объем – от 5 до 12 стр. Защита рефератов предполагает их публичное обсуждение.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы)
----------------------------------	---------------------	-------------------

		оценивания промежуточной аттестации
ПКС-2.7	Показывает знание иерархии и принципов управления электроэнергетическими системами	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или тестирование. Выполнение практического задания. Подготовка и защита отчётов по практическим и/или лабораторным работам

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

При межсессионной аттестации студента учитываются посещаемость студентом лабораторных и практических занятий и текущая успеваемость. Основными критериями её оценки являются:

- а) активность участия студентов в лабораторных и практических работах;
- б) уровень знаний, умений и навыков, продемонстрированных студентом на лабораторных и практических занятиях;
- в) результаты выполнения лабораторных и самостоятельных работ;
- г) систематичность работы над рефератом, отчётами к лабораторным и практическим работам.

Для промежуточного контроля усвоения материала применяется тестирование (максимальное количество баллов- 25).

Для итогового контроля усвоения материала применяется зачет (максимальное количество баллов – 75).

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного и нормативного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, демонстрирует систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной	Показывает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда обучающийся не понимает существа излагаемых им вопросов.

7 Основная учебная литература

1. Ротач В. Я. Теория автоматического управления : учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" ... / В. Я. Ротач, 2005. - 399.
2. Пьявченко Т. А. Автоматизированные информационно-управляющие системы с применением SCADA-системы Trace Mode : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств" / Т. А. Пьявченко, 2015. - 335.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Плетнев Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" ... / Г. П. Плетнев, 2005. - 351.
2. Плетнев Г. П. Автоматизация технологических процессов и производств в теплоэнергетике : учеб. для вузов по специальности "Автоматизация технол. процессов и пр-в (энергетика)" ... / Г. П. Плетнев, 2007. - 351.
3. Вальков В. М. Автоматизированные системы управления технологическими процессами / В. М. Вальков, В. Е. Вершин, 1991. - 268.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Экран с эл/приводом 180*180
2. Принтер EPSON Stylus-1160 цв.
3. 317777 Сист.блок Se/P3-500/128/10/8/CD/100mb
4. 317784 Монитор Sumsung 15 550S

5. мультимед.проектор ViewSonic PJ400

6. Доска магнитно-маркерная INDEX настенная ,размер 1x1.8 м