

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

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Цифровая электроэнергетика

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ефимов Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Шушпанов Илья
Николаевич
Дата подписания: 16.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Технологии преобразования энергии в интеллектуальных электроэнергетических системах» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен к организации и выполнению работ по эксплуатации и проектированию оборудования и технологической автоматики	ПК-1.1
ПК-3 Способен проектировать, производить расчёты и выбирать оборудование и технологическую автоматику электрических сетей, включающую в себя цифровую информационно-сетевую систему	ПК-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.1	Знает технологии преобразования энергии в интеллектуальных электроэнергетических системах	Знать Достоинства и недостатки различных технологий преобразования энергии Уметь Выбирать оптимальные тип, расположение, конфигурацию и схему подключения объекта генерации Воспринимать и анализировать содержание паспортных данных и технических характеристик оборудования по преобразованию энергии на родном и иностранном (ых) языках с целью определения значимой информации Владеть Навыками разработки основных пунктов схемы выдачи мощности электроэнергетических объектов на основе различных технологий преобразования энергии
ПК-3.1	Выбирает технологии преобразования энергии в интеллектуальных электроэнергетических системах согласно условиям	Знать Методические, нормативные и руководящие материалы по этой тематике Уметь Применять различные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии для целей электроснабжения децентрализованных районов, экономии энергоресурсов; обосновать выбор и применить соответствующие математические

		модели Владеть Терминологией, способностью объяснять поведение каждого компонента и всей системы
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технологии преобразования энергии в интеллектуальных электроэнергетических системах» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: Нет

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Методология создания интеллектуальных энергетических систем», «Микросети, интеллектуальные сети и суперсети»

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 № 1
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	26	26
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	13	13
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	33	33
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 1

№ 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	Предпосылки внедрения, виды и особенности новых технологий преобразования энергии	1	2			1	2	3	2	Устный опрос
2	Свойства энергосистем нового	2	2			2	2	3	2	Устный опрос

	поколения. Централизованная и децентрализованная концепции электроснабжения									
3	Сопоставление централизованной и децентрализованной концепций производства, передачи и распределения электроэнергии	3	2			3	2	1, 2, 3	5	Устный опрос
4	Технологии выработки электроэнергии. Традиционные электрические станции и современная топливная генерация	4	4			4	2	1, 2, 3	5	Устный опрос
5	Фотоэлектрическая, ветроэлектрическая и иная альтернативная генерация электроэнергии	5	4			5, 6	5	1, 2, 3	5	Устный опрос
6	Технологии накопления электроэнергии	6	4					1, 2, 3	5	Устный опрос
7	Современные технологии преобразования и распределения электроэнергии	7	4					1, 2, 3	5	Устный опрос
8	Технологии гибкого управления электрической нагрузкой	8	4					1, 3	4	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		26				13		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Предпосылки внедрения, виды и особенности новых технологий преобразования энергии	Место дисциплины в учебном плане, ее цели и задачи, структура курса. Виды и особенности новых технологий преобразования энергии. Современные источники и преобразователи электрической энергии и смежных ее форм.

2	Свойства энергосистем нового поколения. Централизованная и децентрализованная концепции электроснабжения	Балансовые, режимные и эксплуатационные характеристики современных энергосистем. Традиционные электрические станции. Тенденция к децентрализации источников электрической энергии.
3	Сопоставление централизованной и децентрализованной концепций производства, передачи и распределения электроэнергии	Принципы обеспечения балансов мощности и энергии и покрытия графиков нагрузок в традиционных и интеллектуальных ЭЭС. Кардинальное изменение балансово-режимных свойств ЭЭС. Системный эффект распределенных энергетических ресурсов. Источники энергетической гибкости.
4	Технологии выработки электроэнергии. Традиционные электрические станции и современная топливная генерация	Современные технологии выработки электроэнергии, в т.ч. распределенные. Газопоршневые, дизельные, газотурбинные генерирующие агрегаты. Балансовые и режимные свойства традиционных электрических станций и современной топливной генерации. Схемы соединений и выдачи мощности.
5	Фотоэлектрическая, ветроэлектрическая и иная альтернативная генерация электроэнергии	Балансовые и режимные свойства генерирующих установок, схемы соединений и выдачи мощности.
6	Технологии накопления электроэнергии	Обзор современных технологий накопления энергии. Балансовые и режимные свойства накопителей энергии. Выбор накопителей энергии по назначению, мощности, емкости, разрядным токам, циклам заряда-разряда. Схемы технологического присоединения накопителей к сети.
7	Современные технологии преобразования и распределения электроэнергии	Силовая полупроводниковая электроника. Гибкие электропередачи переменного тока. Системы преобразования рода тока. Выбор типа силового преобразователя энергии. Балансовые и режимные свойства силовых преобразователей. Схемы их присоединения к сети.
8	Технологии гибкого управления электрической нагрузкой	Технологии ценозависимого потребления электроэнергии и агрегации спроса. Зарядная инфраструктура электротранспорта как распределенный энергетический ресурс. Балансовые и режимные свойства управляемой электрической нагрузки и зарядной инфраструктуры. Схемы их присоединения к сети.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 1

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Виды и особенности новых технологий преобразования энергии	2
2	Централизованная концепция выработки энергии	2
3	Децентрализованная концепция выработки и преобразования энергии. Системный эффект распределенных энергетических ресурсов	2
4	Современная топливная генерация. Газопоршневые, дизельные, газотурбинные генерирующие агрегаты	2
5	Фотоэлектрическая генерация	2
6	Ветроэлектрическая генерация	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	12
2	Подготовка к экзамену	5
3	Проработка разделов теоретического материала	16

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Лекция-беседа, Семинар-дискуссия, Разбор конкретных ситуаций

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

К Занятиям 1-4:

Найти КИТ когенерации, электрический КПД, тепловой КПД, потери при когенерации, унос энергии с выхлопными газами. Построить энергетическую диаграмму

Найти КИТ когенерации, КИТ тригенерации, электрический КПД, тепловой КПД, КПД АБХМ, потери при когенерации. Построить энергетическую диаграмму

Для заданных исходных данных рассчитать капиталовложения в установку; выработку электрической энергии за 1 год; объем и стоимость природного газа на выработку электрической энергии за 1 год; затраты на масло за 1 год; себестоимость производства энергии за 1 год. Рассчитать и построить график кумулятивных затрат с учетом капитальных ремонтов за весь срок эксплуатации.

Рассчитать итоговую себестоимость производства электрической энергии с учетом капиталовложений и затрат на капитальные ремонты. Оценить срок окупаемости

Дать качественную оценку полученным результатам

К Занятиям 5, 6:

Для заданных исходных данных рассчитать число часов использования установленной

мощности (ЧЧИУМ) ветростанции, определить коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ветростанции, рассчитать годовую выработку электроэнергии ветростанции; начертить годовой график нахождения ветроагрегатов в работе

Рассчитать суммарную площадь фотоэлектрических модулей, установленную мощность электростанции, среднюю за световой день/за сутки мощность солнечного излучения, пиковую мощность солнечного излучения в течение суток по сезонам, выработку станции и КИУМ по сезонам. Параметры рассчитывать на текущее состояние и на перспективу 5 лет

Изобразить графически ВАХ фотоэлектрического модуля. Определить сезонные значения максимальной мощности модуля в зависимости от температуры и освещенности

Дать качественную оценку целесообразности использования ветрогенерации и солнечной генерации в заданных условиях

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

По результатам самостоятельных занятий обучающийся должен быть в состоянии:

- Сформулировать предпосылки внедрения новых технологий преобразования энергии
- Описать свойства энергосистем нового поколения.
- Изложить положения централизованной и децентрализованной концепций электроснабжения
- Перечислить технологии выработки электроэнергии
- Перечислить технологии накопления электроэнергии
- Перечислить технологии преобразования электроэнергии
- Перечислить технологии гибкого управления электрической нагрузкой

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 1 | Устный опрос

Описание процедуры.

При помощи опроса осуществляется систематический контроль за работой студентов на всех этапах работы над темой. Именно в ходе текущего опроса происходит основная отработка учебного материала, закрепление знаний, отбирается материал по теме, подчёркивается главное. Вырабатывается последовательность изложения.

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания.

«Отлично» – отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и навыки;

«Хорошо» – достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и навыки;

«Удовлетворительно» – приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и навыки;

«Неудовлетворительно» – результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.

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
ПК-1.1	"Отлично" - отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения; "Хорошо" - достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения; "Удовлетворительно" - приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения; "Неудовлетворительно" - результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям	Устное собеседование по конкретным вопросам и выполнение практических заданий
ПК-3.1	"Отлично" - отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения; "Хорошо" - достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения; "Удовлетворительно" - приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения; "Неудовлетворительно" - результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям	Устное собеседование по конкретным вопросам и выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 1, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать дополнительные вопросы, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе дисциплины.

Пример задания:

Примерный список вопросов:

1. Роль генерации в современных энергосистемах. Специфика генерирующих установок на углеводородном топливе и ВИЭ
2. Основные характеристики электрических станций (мощность, КПД, маневренность и т.д.). Области применения различных видов генерации

3. Балансы мощности и энергии для узлов энергосистем с генерацией. КПД и КИТ. Когенерация
4. Формирование схемы выдачи мощности генерации. Состав. Критерии выбора установок, схем подключения и выдачи мощности
5. Выбор количества и мощности генерирующих установок. Выбор главной электрической схемы для подключения генерирующих установок
6. Специфика выбора состава электрической части малой электростанции. Выбор комплектного распределительного устройства. Компонировка малой электростанции и генераторного распределительного устройства
7. Применение силовой полупроводниковой электроники для нужд малой генерации
8. Основные виды возобновляемых источников энергии для нужд получения электроэнергии. Климатические данные для расчетов
9. Техно-экономическое обоснование применения малой распределенной энергетики. Основные компоненты затрат при использовании малой энергетики
10. Системный эффект от применения малой распределенной энергетики
11. Виды топлив и источников энергии для современной генерации
12. Расчет энергетических характеристик ветра для ветрогенерации. Основные закономерности. Распределение Вейбулла
13. Конструктивно-технические особенности ветряных электростанций. Выбор основных проектных решений для ветряной электростанции.
14. Расчет энергетических характеристик солнца для фотоэлектрической генерации. Основные закономерности
15. Конструктивно-технические особенности фотоэлектрических станций. Выбор основных проектных решений для фотоэлектрической станции.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно	Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «Отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.	Студент обнаруживает знание и понимание основных положений темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в	Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.		языковом оформлении излагаемого.	
--	--	--	--

7 Основная учебная литература

1. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / Res Electricae Magdeburgenses Magdeburger Forum zur Elektrotechnik, 2010. - 211.
2. Жуков В. В. Электрическая часть электростанций с газотурбинными и парогазовыми установками : учебное пособие / В. В. Жуков, 2021. - 512.
3. Муссонов Г. П. Современные технологии производства и передачи энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. П. Муссонов, 2011. - 58.
4. Муссонов Г. П. Методология создания интеллектуальных энергетических систем : практикум / Г. П. Муссонов, 2023. - 96.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Быстрицкий. Общая энергетика: энергетическое оборудование : справочник для вузов. Ч. 1, 2024. - 222.
2. Быстрицкий. Общая энергетика: энергетическое оборудование : справочник для вузов. Ч. 2, 2024. - 371.
3. Филиппова Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник для вузов по профилю "Электроэнергетические системы и сети" направлению подготовки 140400- "Электроэнергетика и электротехника" / Т. А. Филиппова, 2014. - 293.
4. Бухгольц Б. М. Smart Grids-основы и технологии энергосистем будущего / Б. М. Бухгольц, З. А. Стычински, 2017. - 459.

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. Система информационно-электроизмерительная
2. Демонстрационный стенд
3. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)