

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

Структурное подразделение «Брикс кафедры»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №15 от 18 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ
/ DESIGN METHODOLOGY OF INTELLIGENT ENERGY SYSTEMS»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Возобновляемая энергетика / Renewable energy

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Карамов Дмитрий
Николаевич
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Киреенко Анна
Павловна
Дата подписания: 10.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Карамов
Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 10.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Методология создания интеллектуальных энергетических систем / Design methodology of intelligent energy systems» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.2
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК-1.2	Формулирует цели и задачи исследования, формулирует критерии принятия решений при работе над профессиональными задачами	Знать основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем, технологический базис интеллектуальных энергетических систем, перспективы и возможности развития концепции интеллектуальных энергетических систем. Уметь разрабатывать проектно-расчетную документацию для построения конфигурации сети, грамотно использовать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы. Владеть терминологией в области smart grid, навыками работы со специальным программным обеспечением.
УК-2.2	Составляет план действий по созданию и управлению проектами, оценивает показатели проекта	Знать основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем, методические, нормативные и руководящие материалы в области электроэнергетики. Уметь применять имеющиеся результаты разработок в области интеллектуальных энергетических систем, применять различные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии для целей электроснабжения

		децентрализованных районов и экономии энергоресурсов. Владеть навыками выполнения мероприятий по подготовке энергосистем к внедрению smart grid от уровня конечных потребителей до уровня распределительных и магистральных сетей и генерации.
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Методология создания интеллектуальных энергетических систем / Design methodology of intelligent energy systems» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Качество электрической энергии / Power Quality Assessment», «Современные технологии генерации / Advanced technology in electrical power generation», «Аналоговые и цифровые системы измерений / Analogue and digital measurement systems», «Защита и управление распределенной генерацией / Protection and management of distributed energy sources», «Возобновляемые энергоресурсы / Renewable energy sources», «Системы управления электрическими машинами / Electrical drive systems», «Аварийные режимы в электроэнергетических системах / Power system faults»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Тенденции развития электротехнического оборудования в энергетике / Development trends of electrical equipment in the energy sector», «Проблемы развития и функционирования ЭЭС в современных условиях / Problems of development and functioning of electric power system under modern conditions», «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники / Modern problems of power engineering and electrical engineering», «Производственная практика: преддипломная практика / Company Internship (Undergraduate Practice)»

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 № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	36	36
лекции	12	12
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	24	24
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	72	72
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 № 3

№ 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	Введение в интеллектуальные энергетические системы (ИЭС). Структура и архитектура ИЭС.	1	2			1	2	2	4	Устный опрос
2	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИЭС.	2	2			2	2	1, 2	8	Устный опрос
3	Технологии управления ИЭС как сложным технологическим комплексом.	3	2			3	2	2	4	Устный опрос
4	Организация системы управления ИЭС.	4	2			4	2	2, 3	8	Устный опрос
5	Основные требования потребителей к ИЭС.	5	2			5	2	1, 2	8	Устный опрос
6	Этапы создания и аспекты эффективности ИЭС.	6	2			6	2	2, 3	8	Устный опрос
7	Решение задач по всем разделам дисциплины.					7	6	4	16	Решение задач
8	Решение специальных задач повышенной сложности.					8	6	4	16	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		12				24		72	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
---	------	--------------------

1	Введение в интеллектуальные энергетические системы (ИЭС). Структура и архитектура ИЭС.	Понятие и назначение ИЭС. Цели создания ИЭС. Задачи и требования к конечным результатам создания ИЭС. Общее описание ИЭС, ее структуры и системы управления. Сегментирование ИЭС, межсегментные связи, внутрисегментное представление сетей передачи и распределения. Общие требования к силовой части ИЭС. Коммерческие отношения на пространстве ИЭС.
2	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИЭС.	Элементы, установки и технологические комплексы ИЭС в генерации, в передающих и распределительных сетях. Интеллектуальные системы потребителей. Интеллектуальные системы управления спросом. Технологические элементы для управления спросом на энергоносители у средних и малых потребителей. Требования к организации систем связи. Требования к системе планирования энергообъединений с использованием мультиагентных технологий.
3	Технологии управления ИЭС как сложным технологическим комплексом.	Требования к уровню управляемости всех участников процесса производства, транспорта, распределения и потребления энергии. Новые возможности систем и средств управления ИЭС. Риски совместного функционирования действующей и новой систем управления при переходе к ИЭС и способы их преодоления.
4	Организация системы управления ИЭС.	Информационно–технологическое пространство ИЭС. Мультиагентные системы управления (МАСУ). Структура, принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИЭС.
5	Основные требования потребителей к ИЭС.	Общие технические требования к обеспечению надежности и качества электроснабжения клиентов ИЭС. Общие требования по надежности энергоснабжения. Общие требования по качеству энергоснабжения.
6	Этапы создания и	Этапы работ. Аспекты эффективности создания

	аспекты эффективности ИЭС.	ИЭС. Необходимые уточнения законодательной и нормативно–правовой базы при создании ИЭС.
7	Решение задач по всем разделам дисциплины.	Решение задач по разделам предмета.
8	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Введение в интеллектуальные энергетические системы (ИЭС). Структура и архитектура ИЭС.	2
2	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИЭС.	2
3	Технологии управления ИЭС как сложным технологическим комплексом.	2
4	Организация системы управления ИЭС.	2
5	Основные требования потребителей к ИЭС.	2
6	Этапы создания и аспекты эффективности ИЭС.	2
7	Решение задач по всем разделам дисциплины.	6
8	Решение специальных задач повышенной сложности.	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	8
2	Подготовка к практическим занятиям	24
3	Подготовка презентаций	8
4	Решение специальных задач	32

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, компьютерные симуляции, кейс-технология, мозговой штурм, проект.

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

Студентам заранее назначается тема практического занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, профессионального стандарта и рекомендованной литературы. По теме практического занятия проводится семинар в диалоговом режиме или в форме групповой дискуссии, решаются задачи, соответствующие теме занятия, проводится анализ ситуации.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов, рефератов и решение задач.

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 3 | Устный опрос

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов .

Проводится по всем темам дисциплины.

Описание процедуры:

- 1) На первом занятии обучающийся получает перечень контрольных вопросов, из которого должен выбрать и согласовать с преподавателем один вопрос для составления эссе, подготовки слайдов презентации и выступления на занятии с устным докладом.
- 2) В интервалах между занятиями обучающиеся присылают преподавателю по электронной почте вначале план эссе на выбранную тему, затем, по мере частичной или полной готовности, – собственно эссе и слайды презентации.
- 3) На очередном занятии обучающиеся получают замечания и корректировки по выполняемой работе. При необходимости осуществляется общее обсуждение спорных моментов.
- 4) Когда качество слайдов и текущая версия эссе становятся пригодными для устного доклада, обучающийся выступает на занятии с докладом-презентацией и отвечает на возникшие вопросы. При необходимости преподаватель инициирует дискуссию по теме выступления.
- 5) При необходимости обучающийся дорабатывает эссе по результатам обсуждения к следующим занятиям.

Критерии оценивания.

- 1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.1.2 семестр 3 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

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
ОПК-1.2	Знает основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем, технологический базис интеллектуальных энергетических систем, перспективы и возможности развития концепции интеллектуальных энергетических систем. Умеет разрабатывать проектно- расчетную документацию для построения конфигурации сети, грамотно использовать методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы. Владеет терминологией в области smart grid, навыками работы со специальным программным обеспечением.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.
УК-2.2	Знает основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем, методические, нормативные и руководящие материалы в области электроэнергетики. Умеет применять имеющиеся результаты разработок в области интеллектуальных энергетических систем, применять различные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии для целей электроснабжения децентрализованных районов и экономии энергоресурсов. Владеет навыками выполнения мероприятий по подготовке энергосистем к внедрению smart grid от уровня конечных потребителей до уровня распределительных и магистральных	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.

	сетей и генерации.	
--	--------------------	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проходит в формате собеседования со студентом. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «зачтено», «не зачтено». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов. Зачет проводится письменно по билетам. Билет состоит из двух вопросов и задачи. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины.

Пример задания:

Примеры вопросов для зачета.

1. Тенденции формирования интегрированных энергетических систем.
2. Основные требования к современным энергетическим системам.
3. Эффективное использование энергоресурсов.
4. Формирование инновационной энергетики.
5. Трехуровневая структура интегрированных энергетических систем.
6. Принципы применения цифровых технологий для интегрированных энергетических систем.
7. Математические модели, используемые при решении задач управления развитием интегрированных энергетических систем.
8. Выбор рациональной структуры генерации энергии.
9. Технологическая структура виртуальной электростанции.
10. Применение иерархического моделирования для исследования интегрированных энергетических систем.
11. Системы активного энергопотребления.
12. Генерирующие технологии.
13. Технологии накопления энергии.
14. Информационно-коммуникационные технологии.
15. Технологии транспорта энергоносителей.
16. Подходы к синтезу моделей энергосистем.
17. Модель энергетического хаба.
18. Компьютерное моделирование интегрированных энергетических систем.

-

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения.	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.

7 Основная учебная литература

1. Воропай Н. И. Надежность систем электроснабжения : конспект лекций / Н. И. Воропай, 2006. - 205.
2. Воропай Н. И. Методические указания по практическим работам по курсу "Теория систем" / Воропай Н. И., 2002. - 17.
3. Воропай Н. И. Теория систем для электроэнергетиков : учеб. пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272.
4. Савина Н. В. Системный анализ потерь электроэнергии в электрических распределительных сетях : монография / Н. В. Савина; отв. ред. Н. И. Воропай, 2008. - 224.
5. Воропай Н. И. Надежность систем электроснабжения : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / Н. И. Воропай, 2015. - 206.
6. Ковалев Г. Ф. Надежность систем электроэнергетики : монография / Г. Ф. Ковалев, Л. М. Лебедева; отв. ред. Н. И. Воропай, 2015. - 222.
7. Качество электрической энергии : современное состояние, проблемы, предложения по их решению: монография / Р. Р. Бекбулатов [и др.]; отв. ред. Н. И. Воропай, 2017. - 219.
8. Возобновляемые источники энергии: Теоретические основы, технологии, технические характеристики, экономика / Res Electricae Magdeburgenses Magdeburger Forum zur Elektrotechnik, 2010. - 211.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Надежность систем энергетики и их оборудования : справочник : в 4 т. / под общ. ред. Ю. Н. Руденко. Т. 2 : Надежность электроэнергетических систем / Н. И. Воропай [и др.]; под ред. М. Н. Розанова, 2000. - 564, [1].
2. Тарасов В. И. Методы минимизации ньютоновского типа для расчета установившихся режимов электроэнергетических систем : монография / В. И. Тарасов; отв. ред. Н. И. Воропай, 2001. - 167.
3. Тарасов В. И. Нелинейные методы минимизации для расчета установившихся режимов электроэнергетических систем : монография / В. И. Тарасов; отв. ред. Н. И. Воропай, 2001. - 213.
4. Иерархическое моделирование систем энергетики : монография / ред.: Н. И. Воропай, В. А. Стенников, 2020. - 314.
5. Возобновляемые источники энергии для индивидуального жилого дома : метод. указания по выполнению курсового проекта : для специальностей 270109 "Теплоснабжение и вентиляция" ... / Иркут. гос. техн. ун-т, 2007. - 30.
6. Гидроэлектростанции малой мощности : учеб. пособие для вузов по специальности 140202 "Нетрадиц. и возобновляемые источники энергии"... / А. Е. Андреев [и др.] ; под ред. В. В. Елистратова, 2005. - 431.
7. Твайделл Джон. Возобновляемые источники энергии / Джон Твайделл; Перевод с англ. (и предисл.) В. А. Коробкова, 1990. - 390.

8. Баскаков А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебник для студентов вузов по направлению подготовки 140100 - "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. П. Баскаков, 2013. - 365.

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. Свободно распространяемое программное обеспечение Python

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска аудиторная ДА-За
2. Доска аудиторная ДА-За
3. Ком-т лаб.обор." Умная местная распределительная электрическая сеть" УМРЭС1-С-К(стендовое исполнение,компьютер-ая версия)
4. Комплект лабораторного оборудования "Умный счетчик электрической энергии"(стендовое исполнение,компьютеризованная версия) УСЭЭ1-С-К
5. Ком-т лаб.обор."Электромонтажный стол" ЭМС2-С (стендовое исполнение)
6. Комплект лабораторного оборудования "Приборный учет потребления электрической энергии-автоматизированная система контроля и учета электроэнергии" ПУПЭЭ1-АСКУЭ-С-К (стендовое исполнение,компьютер.версия)
7. Демонстрационный стенд
8. Анализатор качества электрической энергии UMG 511
9. Двухсторонний информационный стенд
10. Измеритель параметров эл/безопасности эл/установок
11. Устройство испытательное РЕТОМ-21
12. Шкаф РМУ
13. Рама для солнечной батареи
14. Рама для солнечной батареи

15. Рама для солнечной батареи