

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

«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Энергоэффективность, энергоаудит и управление энергохозяйством

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ефимов Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 07.06.2025

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

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сулов
Константин Витальевич
Дата подписания: 09.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Интеллектуальные системы энергетики» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен самостоятельно проводить и осуществлять руководство научно-исследовательскими работами и обладать методиками сбора и анализа данных	ПК-1.6
ПК-4 Способен применять знания, умения, навыки управления проектами при эксплуатации и ремонте электрического оборудования	ПК-4.6
ПК-6 Способен решать производственно-технологические задачи по сопровождению и эксплуатации, техническому обслуживанию, реконструкции оборудования, а также технологической автоматики	ПК-6.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.6	Знает основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем	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
ПК-6.3	Умеет находить нестандартные решения профессиональных задач	Знать современные естественнонаучные и прикладные задачи электроэнергетики и электротехники, методы и средства их решения в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-

		технологической деятельности, технологии и средства обработки информации и оценки результатов применительно к решению профессиональных задач Уметь находить нестандартные решения профессиональных задач, применять современные методы и средства исследования проектирования, технологической подготовки производства и эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов Владеть современными измерительными и компьютерными системами и технологиями, навыками оформления представления и защиты результатов решения
ПК-4.6	Применяет имеющиеся результаты разработок в области интеллектуальных энергетических систем	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, 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 «Интеллектуальные системы энергетики» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Научные основы энергосбережения», «Управление энергохозяйством», «Энергосберегающие технологии», «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: эксплуатационная практика», «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 № 3
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	39	39
лекции	13	13
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	26	26
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 № 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 системы энергетики (ИСЭ)	1	2							Отчет
2	Структура и архитектура ИСЭ	2	2			1, 2, 3	6	2	3	Просмотр
3	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИСЭ	3	2			4, 9	8	2	4	Просмотр
4	Технологии управления ИСЭ как сложным технологическим комплексом	4	2			7, 10	4	1, 2, 3	22	Просмотр
5	Организация системы управления ИСЭ	5	2			5, 6	4	2	2	Просмотр
6	Основные требования	6	2			8	2	2	1	Просмотр

	потребителей к ИСЭ									
7	Этапы создания и аспекты эффективности ИСЭ	7	1			11	2	2	1	Просмотр
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		13				26		69	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в интеллектуальные системы энергетики (ИСЭ)	Понятие и назначение ИСЭ. Цели создания ИСЭ. Задачи и требования к конечным результатам создания ИСЭ.
2	Структура и архитектура ИСЭ	Общее описание ИСЭ, ее структуры и системы управления. Сегментирование ИСЭ, межсегментные связи, внутрисегментное представление сетей передачи и распределения. Общие требования к силовой части ИСЭ. Коммерческие отношения на пространстве ИСЭ.
3	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИСЭ	Элементы, установки и технологические комплексы ИСЭ 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.
4	Технологии управления ИСЭ как сложным технологическим комплексом	Требования к уровню управляемости всех участников процесса производства, транспорта, распределения и потребления энергии. Новые возможности систем и средств управления ИСЭ. Риски совместного функционирования действующей и новой систем управления при переходе к ИСЭ и способы их преодоления.
5	Организация системы управления ИСЭ	Информационно–технологическое пространство ИСЭ. Мультиагентные системы управления (МАСУ). Структура, принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИСЭ.
6	Основные требования потребителей к ИСЭ	Общие технические требования к обеспечению надежности и качества электроснабжения клиентов ИСЭ. Общие требования по надежности энергоснабжения. Общие требования по качеству энергоснабжения.

7	Этапы создания и аспекты эффективности ИСЭ	Этапы работ. Аспекты эффективности создания ИСЭ. Необходимые уточнения законодательной и нормативно–правовой базы при создании ИСЭ.
---	--	---

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	Сегментирование, межсегментные связи и внутрисегментное представление сетей ИСЭ	2
2	Требования к силовой части ИСЭ	2
3	Коммерческие отношения на пространстве ИСЭ	2
4	Элементы, установки и технологические комплексы ИСЭ в генерации, в передающих и распределительных сетях	6
5	Информационно–технологическое пространство ИСЭ	2
6	Мультиагентные системы управления (МАСУ). Структура, принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИСЭ	2
7	Технологии управления ИСЭ как сложным технологическим комплексом	2
8	Требования потребителей к ИСЭ	2
9	Интеллектуальные системы потребителей. Интеллектуальные системы управления спросом. Технологические элементы для управления спросом на энергоносители у средних и малых потребителей	2
10	Риски совместного функционирования действующей и новой систем управления при переходе к ИСЭ и способы их преодоления	2
11	Оценки эффективности и необходимые уточнения законодательной и нормативно–правовой базы при создании ИСЭ	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	16
2	Подготовка к практическим занятиям	13
3	Подготовка презентаций	4

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

Практические занятия проводятся в форме семинара.

На первом занятии обучающийся получает перечень контрольных вопросов, из которого должен выбрать и согласовать с преподавателем один вопрос в качестве темы для составления эссе, подготовки слайдов презентации и выступления на занятии с устным докладом. Допускается также самостоятельное формулирование темы обучающимся при обязательном согласовании ее с преподавателем.

Обучающийся готовит к семинару слайды мультимедийной презентации для устного десятиминутного выступления (доклада) по теме подготавливаемого эссе. Презентация должна соответствовать эссе по содержанию и структуре.

На очередном занятии обучающиеся получают замечания и корректировки по выполняемой работе. При необходимости осуществляется общее обсуждение спорных моментов.

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.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Обучающийся должен составить эссе по согласованной с преподавателем теме.

На начальном этапе подготовки эссе обучающийся прорабатывает источники, относящиеся к согласованной теме, из списков основной и дополнительной литературы, приведенных в настоящей РПД. Далее эссе готовится по информации, собираемой обучающимся самостоятельно. При составлении эссе должны быть использованы, как минимум два источника, изданные не ранее последних трех лет. Общее количество использованных источников не ограничивается.

Эссе составляется на русском или английском языке. Эссе должно быть четко структурировано (введение, основная часть, заключение), иметь объем 6-8 страниц и оформляться в соответствии с требованиями IEEE к статьям международных электроэнергетических конференций (шаблон оформления – <https://www.ieee-pes.org/images/files/pdf/pg4-sample-word-template-conference-paper.doc>). В интервалах между занятиями обучающиеся присылают преподавателю по электронной почте вначале план эссе, затем, по мере частичной или полной готовности, – собственно эссе и слайды презентации.

При необходимости обучающийся дорабатывает эссе после презентации его на семинаре по результатам обсуждения.

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 | Отчет

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.

Оценка вида «Зачтено» (результаты обучения соответствуют основным требованиям) либо «Не зачтено» (результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена) выставляется преподавателем по каждому из трех результатов: качество эссе, качество слайдов, качество выступления. Для допуска к экзамену обязательным является наличие оценки «Зачтено» по всем трем результатам.

6.1.2 семестр 3 | Просмотр

Описание процедуры.

Применяется процедура, указанная в п.3.1.

Критерии оценивания.

Применяются критерии, указанные в п.3.1.

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-1.6	«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	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практического задания

	владения. «Неудовлетворительно» – результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.	
ПК-6.3	«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 теоретическим вопросам и/или выполнение практического задания
ПК-4.6	«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 теоретическим вопросам и/или выполнение практического задания

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

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

6.2.2.1.1 Описание процедуры

- 1) Обучающийся получает в начале изучения дисциплины полный список экзаменационных вопросов;
- 2) На экзамене обучающийся:
получает выбранный случайным образом экзаменационный билет, содержащий три вопроса из списка,
готовится к ответу на вопросы билета, при необходимости подготавливая в письменном виде ключевые моменты ответа, необходимые формулы и иллюстрации,
устно излагает преподавателю ответы на вопросы билета и на дополнительные вопросы, если таковые возникнут;
- 3) Преподаватель определяет сводную оценку по результатам ответов на вопросы.

Пример задания:

Экзаменационные вопросы:

1. Задачи и требования к конечным результатам создания ИСЭ
2. Структура и системы управления ИСЭ

3. Сегментирование ИСЭ и межсегментные связи
4. Элементы ИСЭ в ЕНЭС
5. Устройства FACTS
6. Высокотемпературные провода
7. Интеллектуальное КРУЭ
8. Накопители электроэнергии, аккумуляторы и суперконденсаторы
9. Новые системы контроля и диагностики состояния ЛЭП и кабелей
10. Реклоузеры – технология автоматической реконфигурации сетей для разных уровней напряжения и управления
11. Системы управления подстанциями нового поколения с новыми средствами РЗА
12. Элементы ИСЭ в распределительных сетях
13. Microgrid с малыми источниками генерации и накопителями электрической энергии
14. Виртуальная электростанция
15. Технологии векторного измерения параметров
16. Технологии адаптивного векторного автоматического управления активными устройствами с использованием информации СМРР
17. Smart Metering и АСКУЭ
18. Интеллектуальные системы потребителей
19. Интеллектуальные системы управления спросом
20. Системы управления нагрузкой потребителей в нормальных и аварийных режимах энергосистемы;
21. Умный квартал и умный город
22. АСУ и Smart Grid промышленного предприятия;
23. Интегрированные интеллектуальные системы электро-, тепло- и газоснабжения
24. Энергетические хабы как элементы интеллектуальных систем энергоснабжения
25. Электроснабжение центров обработки данных
26. Интернет энергии
27. Пилотные проекты интеллектуальных кластеров в ЭЭС
28. Пилотный проект интеллектуальной ЭЭС на острове Русском
29. Пилотные проекты большого и малого энергокольца Санкт-Петербурга
30. Методы искусственного интеллекта и их применение в энергетике
31. Мультиагентные технологии в комплексах интеллектуального управления
32. Принципы формирования и развития архитектуры мультиагентной системы управления ИСЭ
33. Коммерческие отношения на пространстве ИСЭ
34. Организация систем связи в ИСЭ
35. Системы организации и защиты информационного пространства ИСЭ (кибербезопасность)
36. Возможные риски при совместном функционировании действующей и новой системы управления при переходе к ИСЭ
37. Обеспечение надежности и качества электроснабжения клиентов ИСЭ
38. Способы оценки эффективности создания ИСЭ
39. Необходимые уточнения законодательной и нормативно-правовой базы при создании ИСЭ
40. Шунтирующие реакторы (ШР) и управляемые шунтирующие реакторы (УШР)
41. Реакторные группы с вакуумными выключателями (ВРГ)
42. Комбинированные устройства реакторных групп и статических конденсаторов с вакуумными выключателями (ВРГК)
43. Статические тиристорные компенсаторы СТК и СТАТКОМ
44. Синхронные компенсаторы (СК) и асинхронизированные компенсаторы (АСК)

45. Неуправляемые устройства продольной компенсации (УПК) и управляемые устройства продольной компенсации (УУПК)
46. Фазоповоротные устройства (ФПУ)
47. Токоограничители с включением в ветвь резонансного контура и шунтированием (в режиме к.з.) емкости тиристорным ключом
48. Токоограничители с включением шунтируемой индуктивности и взрывного разрыва шунта (в режиме к.з.)
49. Токоограничители на базе сверхпроводниковых элементов, повышающих сопротивление при превышении порогового тока
50. Вставки постоянного тока на обычных тиристорах (ВПТ) и на основе СТАТКОМов (ВПТН)
51. Электромашинные преобразователи частоты (ЭМПЧ)
52. Новые средства и системы диагностики силового оборудования
53. Мониторинг и диагностика состояния линейного и подстанционного оборудования
54. Автоматизированное (дистанционное) проведение оперативных переключений
55. Оценивание состояния энергосистемы по данным телеизмерений
56. Самовосстановление энергосистемы в аварийном режиме
57. Мониторинг качества электроэнергии для промышленных потребителей

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

7 Основная учебная литература

1. Муссонов Г. П. Методология создания интеллектуальных энергетических систем : практикум / Г. П. Муссонов, 2023. - 96.
2. Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : учебник по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко, 2009. - 475.
3. Технологии создания интеллектуальных устройств, подключенных к интернет : учебное пособие / А. В. Приемышев, В. Н. Крутов, В. А. Треяль, О. А. Коршакова, 2022. - 100.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Солонина Н. Н. Информационные технологии в интеллектуальных электрических сетях : монография / Н. Н. Солонина, В. С. Степанов, К. В. Суслов, 2014. - 129.
2. Овчаренко Н. И. Аппаратные и программные элементы автоматических устройств энергосистем / Н. И. Овчаренко, 2004. - 506.
3. Осика Л. К. Расчетные методы интеллектуальных измерений (Smart Metering) в задачах учета и сбережения электроэнергии : практическое пособие / Л. К. Осика, 2013. - 419.

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. Ком-т лаб.обор." Умная местная распределительная электрическая сеть" УМРЭС1-С-К(стендовое исполнение,компьютер-ая версия)
2. Комплект лабораторного оборудования "Приборный учет потребления электрической энергии-автоматизированная система контроля и учета электроэнергии" ПУПЭЭ1-АСКУЭ-С-К (стендовое исполнение,компьютер.версия)
3. Демонстрационный стенд
4. Регистратор электрич. процессов ПАРМА РП4.11 с функцией РМУ
5. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)