

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

Оптимизация развивающихся систем электроснабжения

Квалификация: Магистр

Форма обучения: заочная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ефимов Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 09.06.2025

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: 14.06.2025

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 проводить и осуществлять руководство научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами	ПК-1.2
ПК-3 Способен решать инженерные задачи по конструированию, эксплуатации, техническому обслуживанию, реконструкции оборудования. Выявлять технические и технологические недостатки	ПК-3.7
ПК-4 Способен проектировать, производить расчёты и выбирать оборудование систем электроснабжения	ПК-4.6

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-4.6	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-1.2	Применяет имеющиеся результаты разработок в области интеллектуальных энергетических систем для выполнения мероприятий по подготовке энергосистем к внедрению Smart Grid	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
ПК-3.7	Проводит в практической деятельности оценку надёжности системы электроснабжения и принимает решение по выбору при неудовлетворительной надёжности того или иного варианта мероприятий по её повышению, а также прогнозировать показатели надёжности энергосистем и оборудования при их проектировании	Знать физические основы теории электроэнергетических режимов в электроэнергетических системах, методы анализа и средства управления установившимися и переходными режимами для обеспечения надёжности, качества и экономичности функционирования электроэнергетических систем, построение и режимы работы систем электроснабжения, включающих распределённую генерацию Уметь проводить в практической деятельности оценку надёжности системы электроснабжения и принимать решение по выбору при неудовлетворительной надёжности того или иного варианта мероприятий по её повышению, а также прогнозировать показатели надёжности энергосистем и оборудования при их проектировании Владеть навыками расчета установившихся и переходных режимов в электроэнергетических системах, расчета и анализа статической и динамической устойчивости электроэнергетических систем

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Интеллектуальные системы энергетики» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Научные основы энергосбережения», «Потребители электрической энергии и энергосбережение», «Производственная практика: научно-исследовательская работа (научно-исследовательский семинар)»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: проектная 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	Учебный год № 1	Учебный год № 2
Общая трудоемкость дисциплины	108	36	72
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	10	0	10
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	83	34	49
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен		Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Учебный год № 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	Введение в интеллектуальные системы энергетики	1	2					1, 2, 3	34	Просмотр
	Промежуточная аттестация									
	Всего		2						34	

Учебный год № 2

№ 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	Управление интеллектуальными системами энергетики	1	4			1, 2, 3, 4	10	1, 2, 3, 4, 5	49	Доклад
	Промежуточная аттестация								9	Экзамен
	Всего		4				10		58	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Учебный год № 1

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в интеллектуальные системы энергетики	Структура и архитектура интеллектуальных систем энергетики (ИСЭ). Основные требования потребителей к ИСЭ. Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИСЭ.

Учебный год № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Управление интеллектуальными системами энергетики	Организация систем управления ИСЭ. Этапы создания и аспекты эффективности ИСЭ. Технологии управления ИСЭ как сложными технологическими комплексами.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Учебный год № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Организация системы управления ИСЭ. Информационно–технологическое пространство ИСЭ. Мультиагентные системы управления. Структура, принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИСЭ.	2
2	Технологии управления ИСЭ как сложными технологическими комплексами. Требования к уровню управляемости всех участников процесса производства, транспорта, распределения и потребления энергии. Новые возможности систем и средств управления ИСЭ.	4
3	Основные требования потребителей к ИСЭ. Общие технические требования к обеспечению надежности и качества энергоснабжения клиентов ИСЭ.	2
4	Этапы создания и аспекты эффективности ИСЭ. Риски совместного функционирования	2

	действующей и новой систем управления при переходе к ИСЭ и способы их преодоления.	
--	--	--

4.5 Самостоятельная работа

Учебный год № 1

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	24
2	Подготовка презентаций	4
3	Проработка разделов теоретического материала	6

Учебный год № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	24
2	Подготовка к практическим занятиям	6
3	Подготовка к экзамену	9
4	Подготовка презентаций	4
5	Проработка разделов теоретического материала	6

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 установочном 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 подготовленного эссе. Презентация должна соответствовать эссе по содержанию и структуре.

На семинаре обучающийся выступает 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 (лично, по телефону, по электронной почте) 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>). 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 учебный год 1 | Просмотр

Описание процедуры.

- 1) На установочном 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) 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) Обучающийся выступает на занятии с докладом-презентацией и отвечает на возникшие вопросы. При необходимости преподаватель инициирует дискуссию по теме выступления.
- 4) При необходимости обучающийся дорабатывает эссе после презентации его на семинаре по результатам обсуждения.

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.

6.1.2 учебный год 2 | Доклад

Описание процедуры.

- 1) На установочном 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) 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) Обучающийся выступает на занятии с докладом-презентацией и отвечает на возникшие вопросы. При необходимости преподаватель инициирует дискуссию по теме выступления.

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

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.

6.2 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-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
ПК-1.2	«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-3.7	«Отлично» – отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения; «Хорошо» – достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения;	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практического

	«Удовлетворительно» – приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения; «Неудовлетворительно» – результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.	задания
--	---	---------

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Учебный год 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

- 1) На установочном занятии обучающийся получает 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 ЭЭС 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. Энергетика XXI века: системы энергетики и управление ими / С. В. Подковальников [и др.]; отв. ред. Н. И. Воропай, 2004. - 363.
2. Бухгольц Б. М. Smart Grids-основы и технологии энергосистем будущего / Б. М. Бухгольц, З. А. Стычински, 2017. - 459.
3. Солонина Н. Н. Информационные технологии в интеллектуальных электрических сетях : монография / Н. Н. Солонина, В. С. Степанов, К. В. Сулов, 2014. - 129.
4. 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. Регистратор электрич. процессов ПАРМА РП4.11 с функцией PMU
4. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)