

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 ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электроснабжение

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

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: 18.06.2025

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 электроснабжения» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-3 Способность к планированию, организации и ведению работ по эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ПКР-3.1

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-3.1	Демонстрирует знания эксплуатации интеллектуальные системы электроснабжения	Знать правила, нормативы и способы эксплуатации интеллектуальных систем электроснабжения с учётом их монтажа и наладки, наличия возобновляемых источников энергии, экономических аспектов и и нормативно-правовой базы Уметь эксплуатировать интеллектуальные системы электроснабжения при наличии возобновляемых источников энергии Владеть способами эксплуатации интеллектуальных систем электроснабжения с учётом их монтажа, наладки, экономических аспектов и нормативно-правовой базы

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Интеллектуальные системы электроснабжения» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Системы электроснабжения», «Теория автоматического управления»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Основы финансово-экономических, правовых и технологических взаимоотношений энергоснабжающих организаций и потребителей», «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 № 7
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	32	32
лекции	16	16
лабораторные работы	16	16
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	76	76
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 № 7

№ 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 интеллектуальную систему электроснабжения (ИСЭС)	1	2							Устный опрос
2	Структура и архитектура ИСЭС	2	2							Устный опрос
3	Организация системы управления ИСЭС	3	2							Устный опрос
4	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИСЭС	4	2							Устный опрос
5	Информационно-коммуникационные подсистемы ИСЭС. Выбор архитектуры ИСЭС на стадии планирования.	5	2							Устный опрос
6	Технологии управления ИСЭС как сложным технологическим комплексом	6	2	1, 2, 3, 4	16			1, 2, 3, 4, 5, 6	76	Устный опрос
7	Основные требования	7	2							Устный опрос

	потребителей к ИСЭС									
8	Этапы создания и аспекты эффективности ИСЭС	8	2							Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16		16				76	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в интеллектуальную систему электроснабжения (ИСЭС)	Понятие и назначение интеллектуальной энергосистемы с активно-адаптивной сетью (ИЭС ААС) и интеллектуальной системы электроснабжения (ИСЭС). Цели создания ИСЭС. Задачи и требования к конечным результатам создания ИСЭС.
2	Структура и архитектура ИСЭС	Общее описание ИСЭС, ее структуры и системы управления. Сегментирование ИСЭС, межсегментные связи, внутрисегментное представление электрических сетей. Общие требования к силовой части ИСЭС. Коммерческие отношения на пространстве ИСЭС.
3	Организация системы управления ИСЭС	Мультиагентные системы управления (МАСУ). Структура МАСУ ИСЭС. Информационно–технологическое пространство ИСЭС. Общие принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИСЭС.
4	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИСЭС	Элементы, установки и технологические комплексы ИСЭС в генерации и распределительных сетях. Интеллектуальные системы потребителей. Интеллектуальные системы управления спросом. Технологические элементы для управления спросом на электроэнергию у средних и малых потребителей.
5	Информационно-коммуникационные подсистемы ИСЭС. Выбор архитектуры ИСЭС на стадии планирования.	Требования к организации систем связи. Требования к системе планирования ИСЭС с использованием мультиагентных технологий.
6	Технологии управления ИСЭС как сложным технологическим комплексом	Требования к уровню управляемости всех участников процесса производства, распределения и потребления электроэнергии. Новые возможности систем и средств управления ИСЭС. Риски совместного функционирования действующей и новой системы управления при переходе к ИСЭС и способы их преодоления.
7	Основные требования	Общие технические требования к обеспечению

	потребителей к ИСЭС	надежности и качества электроснабжения клиентов ИСЭС. Общие требования по надежности электроснабжения. Общие требования по качеству электроснабжения.
8	Этапы создания и аспекты эффективности ИСЭС	Этапы работ. Аспекты эффективности создания ИСЭС. Необходимые уточнения законодательной и нормативно-правовой базы при создании ИСЭС.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 7

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Статические компенсаторы СКРМ и СТАТКОМ (SVC и STATCOM)	4
2	Твердотельный продольный контроллер ТТПК и тиристорно управляемый продольный компенсатор ТУПК (SSSC и TCSC)	4
3	Комбинированные устройства FACTS продольно-поперечного включения	4
4	Передачи и вставки постоянного тока (ППТ и ВПТ)	4

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Выполнение письменных творческих работ (писем, докладов, сообщений, ЭССЕ)	24
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	6
3	Подготовка к зачёту	10
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20
5	Подготовка к сдаче и защите отчетов	6
6	Подготовка презентаций	10

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 лабораторным работам:

Математические модели силовых элементов, оборудования и технологических комплексов ИСЭС формируются в соответствии с указаниями, содержащимися в следующих источниках:

1. Основы современной энергетики: в 2 т / Под общей редакцией чл.- корр. РАН Е.В. Аметистова. - 4-е изд.-М.: МЭИ, 2008.
2. Н.И. Воропай. Интеллектуальные электроэнергетические системы: концепция, состояние, перспективы. -www.transform.ru.
3. Развитие устройств FACTS. http://www.ruscable.ru/article/Razvitie_ustrojstv_FACTS/
4. N. G. Hingorani and L. Gyugyi. Understanding FACTS concepts and technology of flexible AC transmission systems. IEEE Press, New York, 2000.
5. F. Milano. An Open Source Power System Analysis Toolbox IEEE Trans. Power Syst., vol.20, no.3, pp.1199-1206, Aug. 2005.
6. EUROSTAG PACKAGE USER MANUAL. STANDARD MODELS LIBRARY. Release 4.4, April 2008.
7. Zhang X.-P., Rehtanz C., Pal B. Flexible AC Transmission Systems: Modeling and Control. Springer-Verlag, Jan. 2006.

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 литературы и открытых интернет-ресурсов, 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 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

- 1) На первом занятии обучающийся получает перечень 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 зачету по дисциплине 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
ПКР-3.1	«Зачтено» - результаты обучения соответствуют основным требованиям; «Не зачтено» - результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и лабораторных работ

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

1) Обучающийся получает в начале изучения дисциплины полный список вопросов к зачету.

2) Во время зачета обучающийся:
получает выбранные случайным образом три вопроса из списка,
готовится к ответу на вопросы, при необходимости подготавливая в письменном виде ключевые моменты ответа, необходимые формулы и иллюстрации,
устно излагает преподавателю ответы на вопросы и на дополнительные вопросы,

если таковые возникнут.

3) Преподаватель определяет сводную оценку по результатам ответов на вопросы.

Пример задания:

Вопросы к зачету:

1. Задачи и требования к конечным результатам создания ИСЭС
2. Структура и системы управления ИСЭС
3. Сегментирование ИСЭС и межсегментные связи
4. Элементы ИСЭС 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 ИСЭС 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 ИСЭС
33. Коммерческие отношения на пространстве ИСЭС
34. Организация систем связи в ИСЭС
35. Системы организации и защиты информационного пространства ИЭС (кибербезопасность)
36. Возможные риски при совместном функционировании действующей и новой системы управления при переходе к ИСЭС
37. Обеспечение надежности и качества электроснабжения клиентов ИСЭС
38. Способы оценки эффективности создания ИСЭС
39. Необходимые уточнения законодательной и нормативно-правовой базы при

создании ИСЭС

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

Зачтено	Не зачтено
Результаты обучения соответствуют основным требованиям	Результаты обучения не соответствуют основным требованиям, большая часть материала не усвоена

7 Основная учебная литература

1. Бондаренко С. И. Системы электроснабжения : электронный курс / С. И. Бондаренко, 2020
2. Воропай Н. И. Теория систем для электроэнергетиков : учеб. пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272.
3. Булатов Ю. Н. Киберфизические системы электроснабжения: моделирование, управление, идентификация : монография / Ю. Н. Булатов, А. В. Крюков, К. В. Суслов, 2022. - 158.

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. Муссонов Г. П. Нетрадиционные источники электроэнергии и распределенная генерация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. П. Муссонов, 2011. - 417.

3. Бодин А. П. Электроустановки потребителей : справочник / А. П. Бодин, Ф. Ю. Пятаков, 2006. - 612.

4. Овчаренко Н. И. Автоматика энергосистем : учебник по направлению подготовки "Электроэнергетика" / Н. И. Овчаренко, 2009. - 475.

5. 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 PMU

5. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)