

**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**

**«ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА / SMART ENERGY»**

---

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Современные технологии электроэнергетики / Power Electrical Engineering

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Карамов Дмитрий  
Николаевич  
Дата подписания: 30.05.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Киреенко Анна  
Павловна  
Дата подписания: 03.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Карамов  
Дмитрий Николаевич  
Дата подписания: 30.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

## 1.1 Дисциплина «Интеллектуальная энергетика / Smart energy» 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 по эксплуатации интеллектуальных систем электроснабжения	<p><b>Знать</b> Основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем, технологический базис интеллектуальных энергетических систем, перспективы и возможности развития концепции интеллектуальных энергетических систем.</p> <p><b>Уметь</b> Применять имеющиеся результаты разработок в области интеллектуальных энергетических систем для выполнения мероприятий по подготовке энергосистем к внедрению Smart Grid от уровня конечных потребителей до распределительных и магистральных сетей и генерации; применять различные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии для целей электроснабжения децентрализованных районов, экономии энергоресурсов.</p> <p><b>Владеть</b> терминологией в области Smart Grid, методами и подходами для оценки эффективности интеллектуальных систем электроснабжения.</p>

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Интеллектуальная энергетика / Smart energy» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники / Theoretical Foundations of Electrical Engineering», «Общая энергетика / General Energy Issues», «Надежность электроэнергетических систем / Reliability of electric power systems», «Электрические машины / Electric Machines»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Системы электроснабжения / Power Supply Systems», «Интегрированные энергосистемы / Integrated Energy Systems», «Монтаж, наладка и эксплуатация систем электроснабжения / Installation, Commissioning and Operation of Power Supply Systems», «Информационное моделирование объектов / Object Information Modeling (BIM technologies)», «Электрический привод и электротехнологическое оборудование / Electric Drive and Electrical Equipment»

### 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 № 5
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	30	30
лекции	15	15
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	15	15
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	42	42
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 № 5

№ 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 энергосистему с активноадаптивной сетью (ИЭС ААС).	1	2			1	1	2	3	Устный опрос
2	Структура и архитектура ИЭС ААС.	2	2			2	1	2, 3	7	Устный опрос
3	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИЭС ААС.	3	2			3, 4	2	2	3	Устный опрос
4	Технологии	4	2			5, 6	2	2, 3	7	Устный

	управления ИЭС ААС как сложным технологическим комплексом.									опрос
5	Организация системы управления ИЭС ААС.	5	2			7	1	2	3	Устный опрос
6	Основные требования потребителей к ИЭС ААС.	6	2			8, 9, 10	6	1, 2	9	Устный опрос
7	Этапы создания и аспекты эффективности ИЭС ААС.	7	3			11	2	1, 2	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		15				15		78	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в интеллектуальную энергосистему с активноадаптивной сетью (ИЭС ААС).	Понятие и назначение ИЭС ААС. Цели создания ИЭС ААС. Задачи и требования к конечным результатам создания ИЭС ААС.
2	Структура и архитектура ИЭС ААС.	Общее описание ИЭС ААС, ее структуры и системы управления. Сегментирование ИЭС ААС, межсегментные связи, внутрисегментное представление электрических сетей. Общие требования к силовой части ИЭС ААС. Коммерческие отношения на пространстве ИЭС ААС.
3	Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы ИЭС ААС.	Элементы, установки и технологические комплексы ИЭС ААС в генерации, в ЕЭС, в распределительных сетях. Интеллектуальные системы потребителей. Интеллектуальные системы управления спросом. Технологические элементы для управления спросом на электроэнергию у средних и малых потребителей. Требования к организации систем связи. Требования к системе планирования энергообъединений с использованием мультиагентных технологий.
4	Технологии управления ИЭС ААС как сложным технологическим комплексом.	Требования к уровню управляемости всех участников процесса производства, транспорта, распределения и потребления электроэнергии. Новые возможности систем и средств управления ИЭС ААС. Риски совместного функционирования действующей и новой систем управления при

		переходе к ИЭС ААС и способы их преодоления.
5	Организация системы управления ИЭС ААС.	Информационно–технологическое пространство ИЭС ААС. Мультиагентные системы управления (МАСУ). Структура, принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИЭС ААС.
6	Основные требования потребителей к ИЭС ААС.	Общие технические требования к обеспечению надежности и качества электроснабжения клиентов ИЭС ААС. Общие требования по надежности электроснабжения. Общие требования по качеству электроснабжения.
7	Этапы создания и аспекты эффективности ИЭС ААС.	Этапы работ. Аспекты эффективности создания ИЭС ААС. Необходимые уточнения законодательной и нормативно–правовой базы при создании ИЭС ААС.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Сегментирование, межсегментные связи и внутрисегментное представление электрических сетей ИЭС ААС	1
2	Коммерческие отношения на пространстве ИЭС ААС.	1
3	Требования к силовой части ИЭС ААС.	1
4	Элементы, установки и технологические комплексы ИЭС ААС в генерации, в ЕНЭС, в распределительных сетях.	1
5	Информационно–технологическое пространство ИЭС ААС.	1
6	Мультиагентные системы управления. Структура, принципы формирования и развития архитектуры МАСУ ИЭС ААС.	1
7	Технологии управления ИЭС ААС как сложным технологическим комплексом.	1
8	Требования потребителей к ИЭС ААС.	2
9	Интеллектуальные системы потребителей. Интеллектуальные системы управления спросом. Технологические элементы для управления спросом на электроэнергию у средних и малых потребителей.	2
10	Риски совместного функционирования действующей и новой систем управления при переходе к ИЭС ААС и способы их преодоления.	2

11	Оценки эффективности и необходимые уточнения законодательной и нормативно-правовой базы при создании ИЭС ААС.	2
----	---	---

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	12
2	Подготовка к практическим занятиям	22
3	Подготовка презентаций	8

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

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. 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.

## **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 5 | 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.

### **6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации**

<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации</b>
ПКР-3.1	Знает: основные понятия и положения концепции интеллектуальных энергетических систем, технологический базис интеллектуальных энергетических систем, перспективы и возможности развития концепции интеллектуальных энергетических	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практического задания.

	<p>систем; Умеет: применять имеющиеся результаты разработок в области интеллектуальных энергетических систем для выполнения мероприятий по подготовке энергосистем к внедрению Smart Grid от уровня конечных потребителей до уровня распределительных и магистральных сетей и генерации; применять различные виды нетрадиционных возобновляемых источников энергии для целей электроснабжения децентрализованных районов, экономии энергоресурсов; Владеет: терминологией в области Smart Grid, методами и подходами для оценки эффективности интеллектуальных систем электроснабжения.</p>	
--	---	--

## 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

### 6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

#### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проходит в формате собеседования со студентом. К экзамену допускаются обучающиеся, которые выполнили практические работы. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов. Экзамен проводится письменно по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет состоит из трех 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 к экзамену:

1. Задачи и требования к конечным результатам создания ИЭС ААС
2. Структура и системы управления ИЭС ААС
3. Сегментирование ИЭС ААС и межсегментные связи
4. Элементы ИЭС ААС 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 ИЭС ААС 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 СМГР
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 энергоколец 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 ИЭС ААС
33. Коммерческие отношения на пространстве ИЭС ААС
34. Организация систем связи в ИЭС ААС
35. Системы организации и защиты информационного пространства ИЭС (кибербезопасность)
36. Возможные риски при совместном функционировании действующей и новой системы управления при переходе к ИЭС ААС
37. Обеспечение надежности и качества электроснабжения клиентов ИЭС ААС
38. Способы оценки эффективности создания ИЭС ААС
39. Необходимые уточнения законодательной и нормативно–правовой базы при создании ИЭС ААС
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
Оценка «Отлично» - Обучающийся рационально применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения при выполнении индивидуальных заданий.	Оценка «Хорошо» - Обучающийся применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения задач, но допустил незначительные ошибки.	Оценка «Удовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении индивидуальных заданий. Допустил ошибки.	Оценка «Неудовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении и защите индивидуальных заданий. Допустил грубые ошибки.

#### 7 Основная учебная литература

1. Воропай Н. И. Методические указания по практическим работам по курсу "Теория систем" / Воропай Н. И., 2002. - 17.

2. Воропай Н. И. Теория систем для электроэнергетиков : учеб. пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272.

3. 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 ].

4. Кобец Б. Б., Волкова И. О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции SMART GRID / Б. Б. Кобец, И. О. Волкова, 2010. – 208 с.

5. Pustisek M. Blockchain: Technology and Applications for Industry 4.0, Smart Energy, and Smart Cities / M. Pustisek, N. Zivic, A. Kos, 2021. - 183.

#### 8 Дополнительная учебная литература и справочная

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

2. Муссонов Г. П. Современные технологии производства и передачи энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. П. Муссонов, 2011. - 58.
3. Муссонов Г. П. Прикладная физика в электроэнергетике : учебное пособие / Г. П. Муссонов, 2022. - 158.
4. Муссонов Г. П. Методология создания интеллектуальных энергетических систем : практикум / Г. П. Муссонов, 2022. - 96.
5. Муссонов Г. П. Методология создания интеллектуальных энергетических систем : практикум / Г. П. Муссонов, 2023. - 96.

## **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,компьют.версия)
7. Демонстрационный стенд
8. Двухсторонний информационный стенд
9. Двухсторонний информационный стенд