

**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**

**«МИКРОСЕТИ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СЕТИ И СУПЕРСЕТИ»**

---

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Цифровая электроэнергетика

---

Квалификация: Магистр

---

Форма обучения: очная

---

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Составитель программы:  
Ефимов Дмитрий Николаевич  
Дата подписания: 16.06.2025

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

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Шушпанов Илья  
Николаевич  
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 «Микросети, интеллектуальные сети и суперсети» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-1 Способен к организации и выполнению работ по эксплуатации и проектированию оборудования и технологической автоматики	ПК-1.3
ПК-2 Способен решать инженерные задачи по проектированию и эксплуатации, техническому обслуживанию, реконструкции оборудования с использованием цифровых технологий	ПК-2.5

**1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы**

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.3	Знает принципы работы микросетей, интеллектуальных сетей и суперсетей	<p><b>Знать</b> – Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Правила регулирования частоты и перетоков активной мощности в Единой энергетической системе России</li> <li>– Нормальные схемы электрических соединений объектов электроэнергетики</li> <li>– Нормальные схемы энергосистем, в том числе интеллектуальных энергосистем</li> <li>– Конструктивные особенности и технические характеристики линий электропередачи, генерирующего и электросетевого оборудования</li> </ul> <p><b>Уметь</b> - Анализировать текущий электроэнергетический режим микросетей, интеллектуальных и суперсетей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Прогнозировать электроэнергетический режим интеллектуальной энергосистемы при изменении технологического режима работы и эксплуатационного состояния линий электропередачи, оборудования и устройств</li> <li>– Идентифицировать и расставлять приоритеты, связанные с</li> </ul>

		<p>проблемами и технологиями СЭС</p> <p><b>Владеть</b> – Методами принятия решений о выдаче диспетчерских команд (разрешений) на запрет вывода в ремонт (резерв) линий электропередачи, оборудования и устройств, ограничивающих пропускную способность электрической сети или величину резервов активной и реактивной мощности в энергосистеме (энергорайоне)</p>
ПК-2.5	<p>Выбирает оборудование для микросетей, интеллектуальных сетей и суперсетей</p>	<p><b>Знать</b> – Специализированные программные средства для прогнозирования электроэнергетических режимов</p> <p>– Организацию оперативно-диспетчерского управления в операционной зоне диспетчерского центра</p> <p><b>Уметь</b> – Обрабатывать оперативные данные для анализа текущего электроэнергетического режима энергосистемы. Принимать участие в мониторинге оперативной информации интеллектуальной энергосистемы</p> <p>– Обосновать выбор и применить соответствующие математические модели, алгоритмы, методы моделирования</p> <p>– Анализировать текущий электроэнергетический режим. Принимать участие в систематизации оперативной информации интеллектуальной энергосистемы</p> <p><b>Владеть</b> Методами определения объемов и эффективности управляющих воздействий, выдачи диспетчерских команд (разрешений) на изменение параметров настройки устройств режимной автоматики с целью регулирования перетока активной мощности с коррекцией по частоте</p>

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Микросети, интеллектуальные сети и суперсети» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Информационно-коммуникационные технологии в интеллектуальных электроэнергетических системах»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик:  
«Производственная практика: преддипломная практика»

### 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	65	65
лекции	52	52
лабораторные работы	13	13
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	115	115
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	Микросети	1	16	1, 2, 3	6			2, 3, 4, 6	26	Устный опрос
2	Интеллектуальные сети и системы	2	16	4, 5	4			1, 2, 3, 4, 5, 6	58	Реферат
3	Суперсети	3	20	6	3			2, 3, 4, 6	31	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		52		13				115	

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Микросети	Обзор концепций микросетей. Микросети на постоянном и переменном токе. Принцип самобаланса. Накопители энергии для микросети. Сообщества микросетей. Отказы, аварийные

		режимы, их причины и следствия.
2	Интеллектуальные сети и системы	Концепции интеллектуальных сетей и систем. Их структура и архитектура, организация системы управления. Силовые элементы, оборудование и технологические комплексы. Информационно-коммуникационные подсистемы. Основные требования потребителей к интеллектуальным сетям и системам. Этапы их создания и аспекты эффективности
3	Суперсети	Концепция суперсетей. Взаимодействие между постоянным и переменным током в передающей сети. Демпфирование колебаний в энергообъединении. Компенсация реактивных сопротивлений и реактивной мощности. Надежность функционирования мощных энергообъединений. Существующие и перспективные суперсети.

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

##### Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Оптимальное размещение и объем распределенной генерации	2
2	Реконфигурация распределительной сети	2
3	Самобалансирующие микросети	2
4	Процессы и концепции восстановления системы (отказоустойчивость, самовосстановление)	2
5	Усовершенствованная концепция инфраструктуры учета	2
6	Гибкие системы передачи переменного тока в передающей сети	3

#### 4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	24
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	14
3	Подготовка к зачёту	20
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	14
5	Подготовка презентаций	12

6	Проработка разделов теоретического материала	31
---	--	----

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением, Лекции-обсуждения, Тренинги (тестирования)

## **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:**

1. Пионкевич В. А. Моделирование элементов электроэнергетических систем : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2016. - 117.
2. Пионкевич В. А. Моделирование элементов систем электроснабжения : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2018. - 163.
3. Оптимизация в электроэнергетических системах : учебное пособие для вузов / А. Г. Русина [и др.]; под ред. А. Г. Русиной, 2017. - 156.
4. Папков Б. В. Задачи надежности современного электроснабжения : монография / Б. В. Папков, А. Л. Куликов, П. В. Илюшин, 2022. - 260.
5. Дубицкий М. А. Надежность и живучесть ЭЭС [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. А. Дубицкий, 2012. - 101.
6. Айзенберг И. И. Надежность, живучесть и безопасность теплоэнергетических систем : учебное пособие / И. И. Айзенберг, Н. Е. Буйнов, 2021. - 224.
7. Осика Л. К. Расчетные методы интеллектуальных измерений (Smart Metering) в задачах учета и сбережения электроэнергии : практическое пособие / Л. К. Осика, 2013. - 419.

#### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

1. Пионкевич В. А. Новые информационные технологии в энергетике : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2016. - 136.
2. Папков Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, А. Л. Куликов, 2024. - 470.
3. Надежность и эффективность функционирования больших транснациональных ЭЭС : методы анализа: Европ. измерение / Ю. Н. Кучеров, О. М. Кучерова Л. Капойи, Ю. Н. Руденко; Под ред. Л. Капойи, 1996. - 378.

## **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 | Реферат**

##### **Описание процедуры.**

Объем реферата: от 15 до 25 страниц. Реферат оформляется в соответствии с требованиями: титульный лист, содержание, основная часть, список использованных источников, приложения. Основная часть должна включать следующие разделы:

- Введение.
- Разделы основного текста, название каждого из которых должно начинаться с арабской цифры, после которой ставится точка. Названия не должны заканчиваться точкой.
- Заключение.

Во Введении должны быть освещены вопросы современного состояния решаемой задачи (рассматриваемой проблемы, которой, естественно, является проблема информационной безопасности), какие исходные данные необходимы для решения задачи, актуальность и новизна, значение решаемой задачи для решения вопросов обеспечения информационной безопасности. Введение не содержит номера и не должно содержать подразделов. Основная часть должна содержать данные, отражающие существо, методiku и основные результаты выполненной работы.

Заключение должно содержать:

- Краткие выводы по результатам выполненной работы.
- Оценку полноты решений поставленных задач.

Рекомендации по использованию результатов работы.

Аналогично Введению Заключение не нумеруется и не должно содержать подразделов. Разделы основной части (помимо введения и заключения) пишутся заглавными буквами и нумеруются арабскими цифрами, они не должны содержать точки в конце. Разделы могут содержать подразделы, пункты и подпункты. Заголовки подразделов и пунктов печатаются с прописной буквы и не должны иметь точки в конце. Рекомендуется разделы основной части начинать с новой страницы, включая список использованных источников и приложения.

### **Критерии оценивания.**

"Зачтено" - продемонстрированы понимание предмета, разносторонние знания, требуемые умения и навыки

"Не зачтено" - Показанные результаты не соответствуют минимальным требованиям

## **6.1.2 семестр 3 | Устный опрос**

### **Описание процедуры.**

При помощи опроса осуществляется систематический контроль за работой студентов на всех этапах работы над темой. Именно в ходе текущего опроса происходит основная отработка учебного материала, закрепление знаний, отбирается материал по теме, подчёркивается главное. Вырабатывается последовательность изложения. Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

### **Критерии оценивания.**

"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

## **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)</b>
---	----------------------------	--------------------------

		<b>оценивания промежуточной аттестации</b>
ПК-1.3	"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 выполнение лабораторных работ
ПК-2.5	"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 выполнение лабораторных работ

## **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**

Примерный список вопросов:

1. Классификация энергосистем – от наногрид до супергрид
2. Эпоха 3D (Decarbonization, Decentralization, Digitalization) в энергетике
3. Flexibility (гибкость) как свойство систем энергетики и средства ее обеспечения
4. Resilience (упругость) как свойство систем энергетики и средства ее обеспечения
5. Архитектуры микроэнергосистем
6. Микроэнергосистема и виртуальная электростанция – сходство и различие
7. Особенности РЗиА микроэнергосистем
8. Сообщества (communities) микроэнергосистем
9. Локальные интеллектуальные энергосистемы (ЛИЭС)
10. Активные энергетические комплексы ЭССО (энергоснабжающие самобалансирующие организации)
11. Тенденции развития энергосистем мегаполисов с учетом применения новых технологий в генерации, электрических сетях и информационных технологий
12. Архитектуры интеллектуальных энергосистем
13. Hosting capacity интеллектуальных энергосистем

14. Архитектуры крупных энергообъединений
15. Глобальное энергообъединение

#### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Продемонстрированы понимание предмета, разносторонние знания, требуемые умения и навыки	Показанные результаты не соответствуют минимальным требованиям

#### 7 Основная учебная литература

1. Воропай Н. И. Теория систем для электроэнергетиков : учеб. пособие для электроэнергет. специальностей / Н. И. Воропай, 2000. - 272.
2. Lu Q. Smart Power Systems and Smart Grids: Toward Multi-objective Optimization in Dispatching / Q. Lu, Y. Chen, X. Zhang, 2022. - 241.
3. Эффективность межгосударственных электрических связей : монография / Л. С. Беляев [и др.]; отв. ред. Н. И. Воропай, 2008. - 238.

#### 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. Иерархическое моделирование систем энергетики : монография / ред.: Н. И. Воропай, В. А. Стенников, 2020. - 314.
4. Управление мощными энергообъединениями / Н. И. Воропай [и др.]; под ред. С. А. Савалова, 1984. - 255.

#### 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. Система информационно-электроизмерительная
5. Регистратор электрич. процессов ПАРМА РП4.11 с функцией РМУ
6. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)