

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

«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ГОРОДОВ / URBAN POWER SUPPLY SYSTEMS»

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: 29.05.2025

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: 29.05.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Электроснабжение городов / Urban Power Supply Systems» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ДК-1 Способность осуществлять деятельность, находящуюся за пределами основной профессиональной сферы	ДК-1.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ДК-1.2	Показывает знания и компетенции в области проектирования, анализа и оценки технических решений при сооружении систем электроснабжения городов	Знать Графики нагрузки и методы расчета электрических нагрузок городских потребителей характеристики и классификацию городских потребителей электроэнергии; - технические и энергетические характеристики основного состава приемников электроэнергии городов; - эффективные и экономичные способы передачи электроэнергии по территории города; их конструкцию, электрические и экономические характеристики; - регламентацию количественных и качественных показателей качества электрической энергии в системах электроснабжения городов; - методы проектирования электроустановок городов. Уметь Выбирать основное оборудование для системы электроснабжения; ставить и решать задачи по выбору оптимальной схемы электроснабжения потребителей с учетом категории надежности; - рассчитывать элементы схемы электроснабжения. Владеть Методикой и особенностями выполнения расчетов элементов системы электроснабжения городов; - навыками выбора основного электрооборудования городских систем электроснабжения; -

		современными методами проектирования городских СЭС
--	--	--

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электроснабжение городов / Urban Power Supply Systems» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Теоретические основы электротехники / Theoretical Foundations of Electrical Engineering», «Общая энергетика / General Energy Issues», «Электротехнологическое и конструкционное материаловедение / Electrotechnological and Structural Materials Science», «Информационно-измерительная техника / Information Support for Professional Purposes», «Надежность электроэнергетических систем / Reliability of electric power systems», «Качество электрической энергии / Quality of electrical energy», «Электрические машины / Electric Machines», «Электроснабжение систем и сети / Electric Power Systems and Networks», «Электрические станции и подстанции / Power Stations and Substations»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Энергоснабжение / Energy Supply», «Интегрированные энергосистемы / Integrated Energy Systems», «Информационное моделирование объектов / Object Information Modeling (BIM technologies)», «Системы электроснабжения / Power Supply Systems»

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 № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	36	36
лекции	18	18
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	18	18
Контактная работа, в том числе	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	72	72
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 № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Классификация и структура города. Характеристики планировки городов.	1	1			1	2	2	2	Устный опрос
2	Графики электрических нагрузок городских потребителей и расчет нагрузок.	2	2			2	2	2, 3	6	Устный опрос
3	Техникоэкономические расчеты и выбор оптимальных параметров систем электроснабжения.	3	2			3	2	1, 2	8	Устный опрос
4	Напряжение городских систем электроснабжения.	4	2			4	2	2	3	Устный опрос
5	Структура и схемы построения систем электроснабжения городов.	5	2			5	2	2	3	Устный опрос
6	Электрические расчеты сетей. Конструктивное выполнение.	6	2			6	2	1, 2	9	Устный опрос
7	Подстанции и распределительные устройства.	7	2			7	2	2, 3	7	Устный опрос
8	Решение задач по всем разделам дисциплины.	8	2			8	2	4	16	Решение задач
9	Решение специальных задач повышенной сложности.	9	3			9	2	4	18	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		18				18		72	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Классификация и структура города. Характеристики планировки городов.	Современное состояние энергетики и тенденции ее развития. Города как потребители электрической энергии. Классификация и структура городов. Характеристики планировки городов. Общая

		характеристика систем электроснабжения городов. Схемы электроснабжения крупных, средних и малых городов.
2	Графики электрических нагрузок городских потребителей и расчет нагрузок.	Графики нагрузок городских потребителей (ГЭН) и уровни электропотребления. Общие положения расчета нагрузок. Расчет нагрузки бытовых потребителей. Расчет нагрузки общественно-коммунальных потребителей. Расчет нагрузки элементов системы электроснабжения. Учет потерь мощности и электроэнергии.
3	Техникоэкономические расчеты и выбор оптимальных параметров систем электроснабжения.	Основные положения технико-экономических расчетов. Технико-экономические показатели линий электропередачи. Технико-экономические показатели силовых трансформаторов. Оптимальные параметры глубокого ввода напряжением 35-110 кВ. Технико-экономические показатели городских распределительных сетей. Оптимизация параметров и анализ технико-экономических показателей городских систем электроснабжения.
4	Напряжение городских систем электроснабжения.	Стандартные напряжения. Исходные положения выбора напряжения ЛЭП. Рациональная дальность передачи при напряжении 6-10 кВ в системе электроснабжения. Выбор напряжения распределительных сетей. Выбор числа ступеней трансформации напряжения. Перевод действующих сетей на повышенное напряжение.
5	Структура и схемы построения систем электроснабжения городов.	Требования к надежности электроснабжения городских потребителей. Общие требования к построению системы электроснабжения города. Структура системы электроснабжения города и электроснабжающие сети. Схемы построения питающих сетей 6-10 кВ. Принципы построения городской распределительной сети. Схемы сетей на напряжении 0,38 кВ. Режимы работы нейтрали в сетях до и выше 1 кВ.
6	Электрические расчеты сетей. Конструктивное выполнение.	Характеристика расчетных режимов. Выбор сечения проводов и жил кабелей по экономической плотности тока. Выбор сечения проводов и жил кабелей по нагреву. Выбор сечения проводов и жил кабелей по допустимой потере напряжения. Конструктивное выполнение электрических сетей.
7	Подстанции и распределительные устройства.	Определения и основные требования к расположению подстанций в городских условиях. Упрощенные схемы понижающих подстанций 35-110-220 кВ. Компоновка городских трансформаторных подстанций 10(6)/0,38 кВ. Комплектные распределительные устройства. Городские комплектные трансформаторные подстанции 10(6)/0,38 кВ.

8	Решение задач по всем разделам дисциплины.	Решение задач по разделам предмета.
9	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Классификация городов.	2
2	Формирование электрической нагрузки города.	2
3	Технико-экономические аспекты при проектировании системы электроснабжения города.	2
4	Уровни напряжений в электрических сетях города.	2
5	Схемы построения системы электроснабжения города.	2
6	Моделирование и расчеты режимов работы сетей.	2
7	Подстанции систем электроснабжения города.	2
8	Решение задач по темам предмета.	2
9	Решение задач повышенной сложности.	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	12
2	Подготовка к практическим занятиям	18
3	Подготовка презентаций	8
4	Решение специальных задач	34

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

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов и рефератов.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов и рефератов.

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 6 | Устный опрос

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов и задачи.

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.

6.1.2 семестр 6 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

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

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ДК-1.2	Знает графики нагрузки и методы расчета электрических нагрузок городских потребителей характеристики и классификацию городских потребителей электроэнергии; Умеет ставить и решать задачи по выбору оптимальной схемы электроснабжения потребителей с учетом категории	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и лабораторных работ.

	надежности.	
--	-------------	--

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет проходит в формате собеседования со студентом. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «зачтено», «не зачтено». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов. Зачет проводится письменно по билетам. Билет состоит из двух 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:

Перечень вопросов для зачета.

1. Классификация и структура города.
2. Характеристики планировки городов.
3. Выбор уровня напряжения городских распределительных сетей.
4. Выбор числа ступеней трансформации напряжения.
5. Основные положения технико-экономических расчетов.
6. Техничко-экономические показатели линий электропередачи.
7. Техничко-экономические показатели силовых трансформаторов.
8. Техничко-экономические показатели городских сетей.
9. Определения и основные требования к расположению подстанций в городских условиях.
10. Упрощенные схемы понижающих подстанций.
11. Подстанции 35-110-220 кВ.
12. Распределительные пункты 6-10 кВ.
13. Комплектные распределительные устройства.
14. Трансформаторные подстанции 6-10/0,4 кВ.
15. Защита и автоматические устройства городских сетей.
16. Экономически целесообразный режим работы трансформаторов на подстанции
17. Расчет потерь мощности и энергии в трансформаторах
18. Расчет потерь мощности и энергии в линиях
19. Особенности выполнения городских подстанций
20. Компоновка городских подстанций
21. Расчет нагрузок коммунально-бытовых потребителей
22. Показатели качества электроэнергии у потребителей
23. Определение местоположения подстанции, РП.
24. Классификация потребителей по степени надежности.
25. Схемы внешнего электроснабжения
26. Схемы распределения электроэнергии на 6-10кВ.
27. Расчетные условия выбора сечения проводников

28. Расчеты надежности.
29. Конструктивное выполнение городских сетей
30. Техничко-экономические показатели питающих сетей
31. Принципы построения городских сетей.
32. Напряжения городской сети.
33. Схемы распределения электроэнергии на напряжении выше 1кВ.
34. Схемы электрических сетей на 0,38кВ.
35. Классификация электроприемников по категориям надежности.
36. Схемы электроснабжения жилых зданий.
37. Схемы электроснабжения административных и общественных зданий.
38. Определение местоположение подстанций.
39. Выбор типа и мощности трансформаторов на подстанции.
40. Требования к системам электроснабжения. Показатели графика электрических нагрузок.
41. Компоновка городских трансформаторных подстанций.
42. Схемы электрических соединений КТПГ и 2КТПГ.
43. Высоковольтное комплектное электрооборудование для городских сетей.
44. Общие положения расчета нагрузок.
45. Расчет электрических нагрузок жилых зданий
46. Расчет электрических нагрузок общественных зданий
47. Определение электрических нагрузок распределительных линий 0,4 кВ
48. Определение электрических нагрузок на шинах 0,4 кВ ТП
49. Определение электрических нагрузок распределительных линий 10 кВ
50. Расчет нагрузок на шинах 10 кВ РП, ЦП и ПГВ.
51. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов ТП и ПГВ
52. Определение электрических нагрузок распределительных линий 0,4 кВ.
53. Выбор сечения проводов и жил кабелей по экономической плотности
54. Выбор сечения проводов и жил кабелей по нагреву и по допустимой потере напряжения
55. Схема электроснабжения жилого дома.
56. Выбор схемы и конструкции РП.
57. Выбор схемы и конструкции городской ТП.
58. Определения и основные требования к расположению подстанций в городских условиях
59. Режим нейтрали и компенсация емкостных токов замыкания на землю.
60. Требования к надежности электроснабжения городских потребителей.
61. ВРУ жилого дома до 5 этажей
62. ВРУ жилого дома до 9 этажей.
63. ВРУ жилого дома свыше 9 этажей.
64. Автоматика в городских электрических сетях 0,4 кВ и 10(6) кВ
65. Выбор напряжения распределительных сетей. Выбор числа ступеней трансформации напряжения.
66. Перевод действующих сетей на повышенное напряжение.
67. Системы заземления в городских сетях, их особенности
68. УЗО. АД. Назначение, принцип действия, область применения, расчет
69. Схемы распределительных сетей 10 (6) кВ для потребителей II-III категории
70. Схемы питания жилых домов высотой до 5 этажей включительно с газовыми плитами
71. Схемы питания жилых домов высотой до 5 этажей включительно с переключателями
72. Схемы питания жилых домов высотой 9-16 этажей

73. Схемы питания жилых домов с тремя вводами
74. Схемы питания жилых домов 17-25 этажей и более
75. Электроснабжение административных и общественных зданий.
76. Конструктивное выполнение городских сетей напряжением 6-10 кВ. Способы прокладки
77. Электропроводки в жилых и административных зданиях.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения.	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.

7 Основная учебная литература

1. Козлов Владимир Алексеевич. Электроснабжение городов / Владимир Алексеевич Козлов, 1977. - 280.
2. Бондаренко С. И. Электроснабжение городов : учебное пособие / С. И. Бондаренко, 2020. - 138.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Козлов Владимир Алексеевич. Электроснабжение городов / Владимир Алексеевич Козлов, 1988. - 263.
2. Козлов В. А. Электроснабжение городов / В. А. Козлов, 1977. - [280].
3. Гужов Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко, 2015. - 257.
4. Электрические станции и системы электроснабжения : тематический сборник / ред. Б. Н. Неклепаев, 1980. - 116.

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. 312126 Комплект лабораторного оборуд. по эл.техники

2. 312124 Комплект лабораторного оборудования
3. 312123 Комплект лабораторного оборудования
4. 312127 Комплект лабораторного оборудования
5. 312128 Комплект лабораторного оборудования
6. 16021 Стол по электротехнике
7. 310498 Лабораторный стенд ЛЭС-5
8. 312122 Комплект лабораторного оборудования
9. 16013 Стол по электротехнике
10. 16012 Стол по электротехнике
11. 16015 Стол по электротехнике
12. 16014 Стол по электротехнике
13. 312121 Комплект лабораторного оборудования
14. 157 Генератор СГС-6,25