

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

«ОПТИМИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Цифровая электроэнергетика

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Карамов 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: Шушпанов Илья
Николаевич
Дата подписания: 10.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

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

1.1 Дисциплина «Оптимизация интеллектуальных систем электроснабжения» 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-1.2
ПК-2 Способен решать инженерные задачи по проектированию и эксплуатации, техническому обслуживанию, реконструкции оборудования с использованием цифровых технологий	ПК-2.4

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-1.2	Проводит оптимизацию интеллектуальных систем электроснабжения	Знать основные методы решения оптимизационных задач. Уметь строить математические модели, позволяющие оптимизировать различные составляющие системы электроснабжения; решать различными методами задачу линейного программирования. Владеть основными алгоритмами решения оптимизационных задач.
ПК-2.4	Решает производственно-технические задачи по оптимизации интеллектуальных систем электроснабжения	Знать производственно-технические задачи по оптимизации интеллектуальных систем электроснабжения Уметь с помощью методов оптимизации проектировать оптимальную систему электроснабжения. Владеть терминологией, обосновать выбор и применить соответствующие математические модели, алгоритмы, методы моделирования для улучшения планирования, эксплуатации и управления энергосистемой.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Оптимизация интеллектуальных систем электроснабжения» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик:

«Методология создания интеллектуальных энергетических систем», «Надежность интеллектуальных систем электроснабжения»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика», «Системы управления интеллектуальными энергосистемами», «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники», «Технологии преобразования энергии в интеллектуальных электроэнергетических системах»

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:	78	78
лекции	52	52
лабораторные работы	26	26
практические/семинарские занятия	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	102	102
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	Раздел 1. Математическое моделирование и основные методы решения задач оптимизации.	1	6	1	2			1	12	Устный опрос
2	Раздел 2. Математическое программировани е.	2	8	2	2			1	12	Устный опрос
3	Раздел 3. Линейное программировани е.	3	10	3, 4	4			1	12	Устный опрос
4	Раздел 4. Задачи	4	10	5	2			1	12	Устный

	нелинейного программирования.									опрос
5	Раздел 5 Решение оптимизационных задач при случайном характере исходной информации.	5	10	6, 7	4			1	12	Устный опрос
6	Раздел 6. Методы решения оптимизационных задач на графах.	6	8					1	12	Устный опрос
7	Решение задач по всем разделам дисциплины.			8	6			2	14	Решение задач
8	Решение специальных задач повышенной сложности.			9	6			2	16	Решение задач
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		52		26				102	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Раздел 1. Математическое моделирование и основные методы решения задач оптимизации.	Основные этапы процесса моделирования. Классификация методов решения оптимизационных задач. Методы исследования функций с помощью математического анализа. Метод множителей Лагранжа. Вариационное исчисление. Методы математического программирования.
2	Раздел 2. Математическое программирование.	Общая постановка задач математического программирования. Оптимизационная модель. Целевая функцию, ограничения, граничные условия. Специфика задач математического программирования. Линейное и нелинейное программирование. Выпуклое программирование. Квадратичное программирование. Целочисленное программирование.
3	Раздел 3. Линейное программирование.	Постановка задачи линейного программирования. Геометрический способ решения задачи линейного программирования. Транспортные задачи в электроэнергетике. Задача об оптимальной транспортировке электроэнергии от поставщиков к потребителям. Табличная форма

		решения транспортной задачи. Распределительный метод. Метод потенциалов. Решение транспортной задачи с учетом пропускной способности линий связей. Решение задачи линейного программирования средствами Excel.
4	Раздел 4. Задачи нелинейного программирования.	Задача оптимального размещения компенсирующих устройств в системе электроснабжения. Решение задачи оптимального размещения компенсирующих устройств в системе электроснабжения средствами Excel.
5	Раздел 5 Решение оптимизационных задач при случайном характере исходной информации.	Случайные события, величины, функции. Задача определения зоны рационального размещения источника питания. Вид целевой функции. Учет случайного характера изменения электрических нагрузок.
6	Раздел 6. Методы решения оптимизационных задач на графах.	Основные понятия теории графов. Маркировка графа. Связность элементов графа, маршруты на графах. Пути и контуры в орграфе. Представление графов в компьютере. Матрица смежности и ее применение. Матрица инцидентий и ее применение. Массив дуг и его применение. Задача отыскания кратчайшего остова на графе. Алгоритм Краскала. Задача отыскания кратчайшего пути на заданном графе.
7	Решение задач по всем разделам дисциплины.	Решение задач по разделам предмета.
8	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 3

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Исследование функции на экстремум с помощью математического анализа.	2
2	Получение допустимого решения транспортной задачи по алгоритму минимальной удельной стоимости	2

3	Решение задачи линейного программирования графическим способом в случае двух переменных.	2
4	Улучшение допустимого решения в транспортной задаче распределительным методом.	2
5	Решение задачи размещения единичного источника питания в системе электроснабжения с учетом ограничений на местности.	2
6	Решение задачи определения зоны рационального размещения источника питания при случайном характере.	2
7	Задача синтеза графа электрической сети наименьшей стоимости.	2
8	Решение задач.	6
9	Решение задач повышенной сложности.	6

4.4 Перечень практических занятий

Практических занятий не предусмотрено

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	72
2	Решение специальных задач	30

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 лабораторным работам:

1. Свеженцева, О.В. Математические задачи электроэнергетики. Методические указания для выполнения курсовой работы – Иркутск: ИрГТУ, 2010. -55с.
2. Свеженцева, О.В. Математическое моделирование в СЭС. Методические указания для выполнения практических работ – Иркутск: ИрГТУ, 2004. – 20 с.
3. Свеженцева, О.В. Методы оптимизации. Программа, МУ для выполнения контрольной работы – Иркутск: ИрГТУ, 2007. – 17 с

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Свеженцева О. В. Методы оптимизации в электроэнергетике : учебное пособие / О. В. Свеженцева, 2014. - 70 с.

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 | Устный опрос

Описание процедуры.

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

Примеры вопросов:

1. Общая постановка задачи линейного программирования.
2. Что такое целевая функция, ограничения и граничные условия в задаче линейного программирования?
3. Как связаны между собой количество ограничений в задаче линейного программирования с числом переменных в этой же задаче?
4. Матричная форма записи задачи линейного программирования.
5. Понятие «базис» в задаче линейного программирования.
6. Базисные и свободные переменные в задаче линейного программирования.
7. Что такое допустимое решение в задаче линейного программирования?.

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 3 | 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
ПК-1.2	Знает основные методы решения оптимизационных задач Умеет	Устное собеседование по

	строить математические модели, позволяющие оптимизировать различные составляющие системы электроснабжения; решать различными методами задачу линейного программирования; Владеет основными алгоритмами решения оптимизационных задач.	теоретическим вопросам Выполнение практических заданий, лабораторных работ.
ПК-2.4	Знает производственно-технические задачи по оптимизации интеллектуальных систем электроснабжения. Умеет с помощью методов оптимизации проектировать оптимальную систему электроснабжения; Владеет терминологией.	Устное собеседование по теоретическим вопросам Выполнение практических заданий, 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

Зачет проходит в формате собеседования со студентом. К экзамену допускаются обучающиеся, которые выполнили все лабораторные и практические работы. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины.

Пример задания:

Примеры вопросов.

- Нахождение экстремумов функции.
- Безусловная.
- Критерии нахождения максимума и минимума. Точки подозрительные на экстремум.
- Структура оптимизационной модели.
- Целевая функция, ограничения в оптимизационной модели.
- Ограничения в виде равенств и неравенств.
- Общая постановка задачи математического программирования.
- Классификация задач математического программирования.
- Задача нелинейного программирования.
- Задача дискретного программирования. Задача целочисленного программирования.
- Общая постановка задачи линейного программирования. Фазовые переменные, ограничения, целевая функция в задаче линейного программирования.
- Описание структуры с помощью аппарата теории графов.
- Разновидности задачи линейного программирования. Транспортная задача. Задача оптимального планирования производства.
- Структурные характеристики электроэнергетических систем.
- Симплекс метод решения задачи линейного программирования.

- Геометрическое представление задачи линейного программирования.
- Граф как пара множеств. Основные определения теории графов.
- Представление графов в виде матриц. Матрицы смежности и инцидентий.
- Оптимизационные задачи на графах.
- Задача о кратчайшем пути.
- Задача нахождения минимального остова на графе.
- Случайные события, состояния, процессы.
- Алгоритм Краскала.
- Алгоритм нахождения кратчайшего пути в графе с ребрами единичной или одинаковой длины.
- Стохастическое моделирование.
- Оценка надежности простейших электроэнергетических систем методом Монте Карло.
- Оптимальное управление.
- Задача построения оптимальной цеховой электрической сети.

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. Струченков В. И. Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учебное пособие / В. И. Струченков, 2007. - 254.
2. Струченков В. И. Методы оптимизации. Основы теории, задачи, обучающие компьютерные программы : учебное пособие / В. И. Струченков, 2005. - 254.
3. Свеженцева О. В. Методы оптимизации в электроэнергетике : учебное пособие / О. В. Свеженцева, 2014. - 70.
4. Кирюхин Ю. А. Электротехнические устройства и технические системы : учебное пособие / Ю. А. Кирюхин, О. В. Свеженцева, М. О. Умнова, 2015. - 88.
5. Свеженцева О. В. Методы оптимизации в электроэнергетике : учебное пособие / О. В. Свеженцева, М. О. Умнова, 2022. - 128.
6. Свеженцева О. В. Математические задачи электроэнергетики ФГОС_2018 : электронный курс / О. В. Свеженцева, 2022

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Веников В. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учеб. для энерг. спец. вузов / В. А. Веников, В. Г. Журавлев, Т. А. Филиппова, 1990. - 349.
2. Оптимизация и управление в больших системах энергетики. Т. 1 / АН СССР, Сиб. отделение, Сиб. энергет. ин-т, 1970. - 449.
3. Режимы и оптимизация электроэнергетических систем : сб. науч. тр. / Ташк. политехн. ин-т им. Абу Райхана Беруни, 1988. - 70.
4. Дале В. А. Оптимизация электрических сетей при росте нагрузок / В. А. Дале [и др.], 1964. - 363.

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,компьютер.версия)
7. Демонстрационный стенд
8. Двухсторонний информационный стенд