

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.20.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 2;
Часов (всего) по учебному плану:	72 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 29,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2018

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шульженко С.В.
	Идентификатор	Rdc34181f-ShulzhenkoSV-c0af1cc3

(подпись)


С.В. Шульженко

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f


(подпись)

О.Н. Кузнецов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение методов, используемых для решения оптимизационных задач в электроэнергетике.

Задачи дисциплины

- Освоение методов линейного и нелинейного математического программирования для выбора оптимальных (наилучших) решений при решении различных задач оптимизации (оптимальное распределение активной нагрузки между всеми источниками, выбор оптимальной трассы прокладки кабельных линий в городских условиях, выбор оптимального числа и мощности дополнительных трансформаторов на подстанции предприятия, выбор наилучшей схемы электрических сетей при проектировании);
- Освоение алгоритмов принятия и обоснования технических решений при решении задач в электроэнергетике..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-1} Оценивает параметры режимов	знать: - Современные методы проектирования электрических сетей..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Теоретические основы электротехники
- знать Дифференциальное исчисление, матричные преобразования
- уметь Использовать полученные ранее знания в ходе изучения дисциплины
- уметь Анализировать и представлять результаты расчетов по предлагаемым алгоритмам

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Введение в оптимизацию систем электроснабжения.	4	8	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Прочитать соответствующий раздел учебника.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 3-4 [2], 4-5 [3], 4-21</p>	
1.1	Введение в оптимизацию систем электроснабжения.	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Линейное математическое программирование.	28		12	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовиться к написанию контрольной работы 1 и решению двух задач (контрольные работы 2 и 3).</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 5-33 [2], 6-37</p>
2.1	Линейное математическое программирование.	28		12	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	
3	Метод динамического программирования	12		4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовиться к написанию контрольной работы 4 и решению одной задачи (контрольная работа 5).</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 34-38 [2], 38-42</p>
3.1	Метод динамического программирования	12		4	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	
4	Метод наименьших квадратов	4		2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Найти примеры применения этого метода.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>
4.1	Метод наименьших квадратов	4		2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	

														[2], 42-44
5	Нелинейное математическое программирование	11.7	4	-	2	-	-	-	-	-	5.7	-	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовиться к написанию контрольных работ 6 и 7.
5.1	Нелинейное математическое программирование	11.7	4	-	2	-	-	-	-	-	5.7	-	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 44-56 [2], 56-71
6	Применение генетического алгоритма для проектирования распределительных электрических сетей	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовиться к написанию контрольной работы 8. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 44-56
6.1	Применение генетического алгоритма для проектирования распределительных электрических сетей	12	4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	
	Всего за семестр	72.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	29.7	-	-	
	Итого за семестр	72.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	29.7	-	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение в оптимизацию систем электроснабжения.

1.1. Введение в оптимизацию систем электроснабжения.

Целевая функция. Ограничения. Классификация методов решения оптимизационных задач. Влияние исходной информации и ее точности на постановку задачи. Задачи с многими критериями. Задачи с неопределенной исходной информацией..

2. Линейное математическое программирование.

2.1. Линейное математическое программирование.

Формулировка задачи линейного математического программирования. Симплексный метод. Алгоритм симплексного метода. Модифицированный симплексный метод, его алгоритм. Приведение задачи с произвольными ограничениями к каноническому виду. Алгоритм приведения. Транспортные задачи (методы). Методы выбора начального плана. Метод потенциалов. Алгоритм проектирования распределительной электрической сети 0,4-110 кВ транспортным методом. Дополнительные ограничения, используемые в транспортном методе. Приведение задач электроэнергетики к транспортной задаче..

3. Метод динамического программирования

3.1. Метод динамического программирования

Рекуррентная целевая функция. Алгоритм выбора трассы кабельной линии. Алгоритм определения оптимальной установленной мощности трансформаторов на подстанции предприятия. Проектирование распределительных электрических сетей методом динамического программирования..

4. Метод наименьших квадратов

4.1. Метод наименьших квадратов

Свойства метода наименьших квадратов, которые позволяют его применять для широкого круга задач. Аппроксимация результатов измерений полиномами 1-й и 2-й степеней..

5. Нелинейное математическое программирование

5.1. Нелинейное математическое программирование

Формулировка задачи нелинейного программирования. Методы нелинейного программирования. Использование методов Зейделя, Ньютона и градиентных методов для решения задачи на безусловный экстремум. Задача с ограничениями-равенствами. Метод Лагранжа. Смысл неопределенных множителей Лагранжа. Использование метода приведенного градиента для решения задачи на условный экстремум. Использование штрафных функций для решения задачи с ограничениями-неравенствами..

6. Применение генетического алгоритма для проектирования распределительных электрических сетей

6.1. Применение генетического алгоритма для проектирования распределительных электрических сетей

Идея метода. Блок-схема метода. Проектирование распределительной электрической сети методом генетических алгоритмов..

3.3. Темы практических занятий

1. Решение задачи оптимального распределения нагрузки между ТЭС и ГЭС симплексным методом и модифицированным симплексным методом.;
2. Проектирование кабельной сети района города методом динамического программирования. Выбор оптимального расположения электростанций методом динамического программирования.;
3. Выбор мощности трансформаторов на подстанции предприятия методом динамического программирования.;
4. Исследование сходимости градиентных методов..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Текущий контроль (ТК)

1. Письменное решение задач.
2. Написание контрольных работ, письменное решение задач.
3. Написание контрольных работ, письменное решение задач.
4. Письменное решение задач.
5. Написание контрольных работ, письменное решение задач.
6. Написание контрольной работы, письменное решение задач.

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)						Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	
Знать:								
Современные методы проектирования электрических сетей.	ИД-3ПК-1	+	+	+	+	+	+	<p>Контрольная работа/Выбор оптимального расположения электростанций методом динамического программирования</p> <p>Контрольная работа/Метод генетических алгоритмов и его применение при проектировании распределительной электрической сети</p> <p>Контрольная работа/Метод динамического программирования. Описание, использование</p> <p>Контрольная работа/Модификации градиентного метода, достоинства и недостатки модификаций метода</p> <p>Контрольная работа/Модификации метода Ньютона, достоинства и недостатки модификаций этого метода</p> <p>Контрольная работа/Решение задачи линейного математического программирования модифицированным симплексным методом</p> <p>Контрольная работа/Решение задачи линейного математического программирования симплексным методом</p> <p>Контрольная работа/Сравнение симплексного и модифицированного симплексных методов</p>

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор оптимального расположения электростанций методом динамического программирования (Контрольная работа)
2. Метод генетических алгоритмов и его применение при проектировании распределительной электрической сети (Контрольная работа)
3. Метод динамического программирования. Описание, использование (Контрольная работа)
4. Модификации градиентного метода, достоинства и недостатки модификаций метода (Контрольная работа)
5. Модификации метода Ньютона, достоинства и недостатки модификаций этого метода (Контрольная работа)
6. Решение задачи линейного математического программирования модифицированным симплексным методом (Контрольная работа)
7. Решение задачи линейного математического программирования симплексным методом (Контрольная работа)
8. Сравнение симплексного и модифицированного симплексных методов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ "МЭИ" на основании семестровой и зачетной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Шульженко, С. В. Методы математической оптимизации : учебное пособие по курсу "Методы математической оптимизации" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" модуль "Электроэнергетика" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-1428-9 .
http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=5689;
2. Шульженко, С. В. Методы математической оптимизации: [в 2-х ч.]. Ч. 1 : учебное пособие по курсу "Методы математической оптимизации" по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – 2-е изд, доп . – Москва : Изд-во МЭИ, 2022 . – 76 с. - ISBN 978-5-7046-2571-1 .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=11952;

3. А. В. Ильин, С. В. Емельянов, С. К. Коровин, В. В. Фомичев, А. С. Фурсов- "Математические методы теории управления: проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости", Издательство: "Физматлит", Москва, 2014 - (199 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275604>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-209, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Методы математической оптимизации

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Сравнение симплексного и модифицированного симплексных методов (Контрольная работа)
- КМ-2 Решение задачи линейного математического программирования симплексным методом (Контрольная работа)
- КМ-3 Решение задачи линейного математического программирования модифицированным симплексным методом (Контрольная работа)
- КМ-4 Выбор оптимального расположения электростанций методом динамического программирования (Контрольная работа)
- КМ-5 Метод динамического программирования. Описание, использование (Контрольная работа)
- КМ-6 Модификации градиентного метода, достоинства и недостатки модификаций метода (Контрольная работа)
- КМ-7 Модификации метода Ньютона, достоинства и недостатки модификаций этого метода (Контрольная работа)
- КМ-8 Метод генетических алгоритмов и его применение при проектировании распределительной электрической сети (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
		Неделя КМ:	1	3	5	7	9	11	13	14
1	Введение в оптимизацию систем электроснабжения.									
1.1	Введение в оптимизацию систем электроснабжения.		+	+	+	+	+	+	+	+
2	Линейное математическое программирование.									
2.1	Линейное математическое программирование.		+	+	+	+	+	+	+	+
3	Метод динамического программирования									
3.1	Метод динамического программирования		+	+	+	+	+	+	+	+
4	Метод наименьших квадратов									
4.1	Метод наименьших квадратов		+	+	+	+	+	+	+	+
5	Нелинейное математическое программирование									
5.1	Нелинейное математическое программирование		+	+	+	+	+	+	+	+

6	Применение генетического алгоритма для проектирования распределительных электрических сетей								
6.1	Применение генетического алгоритма для проектирования распределительных электрических сетей	+	+	+	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		10	14	14	14	12	12	12	12