

3. Математические модели повышают эффективность источников энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.ras.ru/activities/news/matematicheskie-modeli-povyshayut-effektivnost-istochnikov-energii/>. – Дата доступа: 08.05.2025.

4. Применение технологии больших данных (Big Data) в энергетике. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://eepir.ru/new/obzor-panelnoj-diskussii-primenenie-tehnologii-bolshih-dannyh-big-data-v-energetike/>. – Дата доступа: 08.05.2025.

УДК 51-74

ОПТИМИЗАЦИЯ: МЕТОДЫ ЛИНЕЙНОГО И НЕЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ИНЖЕНЕРИИ

Кузнецова В.С.

Научный руководитель – Бричикова А.П., ассистент

Оптимизация – это процесс поиска наилучшего решения из множества возможных вариантов. Целью оптимизации является максимизация (или минимизация) целевой функции при соблюдении ограничений.

Два основных класса задач оптимизации: линейное программирование (ЛП) и нелинейное программирование (НЛП). Различие основано на линейности целевой функции и ограничений.

Важность оптимизации в инженерии: проектирование оптимальных конструкций, управление процессами, планирование ресурсов, повышение эффективности и снижение затрат.

Линейное программирование (ЛП) – целевая функция и ограничения представляют собой линейные функции от переменных.

Методы решения: симплекс-метод (наиболее распространенный алгоритм для решения задач ЛП, эффективен для задач с относительно небольшим числом переменных); метод внутренней точки (эффективный алгоритм для задач большой размерности); двойственность в ЛП (позволяет получить дополнительную информацию о решении и использовать двойственные задачи для решения исходной).

Применение в инженерии: оптимизация транспортных задач (нахождение оптимальных маршрутов доставки); планирование производства (определение оптимального объема выпуска продукции); распределение ресурсов (определение оптимального распределения ресурсов между различными проектами); линейное проектирование конструкций (определение оптимальных размеров элементов конструкций).

Нелинейное программирование (НЛП)– целевая функция или ограничения (или и то, и другое) являются нелинейными функциями. Значительно более сложный класс задач, чем ЛП.

Классификация задач НЛП:задачи безусловной оптимизации (без ограничений), задачи условной оптимизации (с ограничениями), выпуклые задачи (имеют единственный глобальный оптимум), невыпуклые задачи (могут иметь несколько локальных оптимумов).

Методы решения НЛП:градиентные методы (метод наискорейшего спуска, метод Ньютона);методы второго порядка (метод Ньютона, квазиньютоновские методы); методы безградиентной оптимизации (метод имитации отжига, генетические алгоритмы); методы решения задач с ограничениями (метод множителей Лагранжа, метод штрафных функций, метод барьерных функций); условия оптимальности (условия Куна-Таккера для НЛП более сложные, чем для ЛП);генетические алгоритмы (имитируют естественный отбор для поиска оптимального решения); метод имитации отжига (имитирует процесс охлаждения металла для поиска глобального оптимума,устойчив к попаданию в локальные оптимумы); нейронные сети (могут использоваться для аппроксимации целевой функции и поиска оптимального решения).

Применение методов НЛП в инженерии:оптимизация конструкций (поиск оптимальных размеров и форм элементов конструкций с учетом прочности, жесткости и веса); управление процессами (оптимизация параметров технологических процессов для достижения максимальной производительности и качества продукции); обработка изображений (оптимизация параметров алгоритмов обработки изображений для достижения наилучшего качества изображения); робототехника (оптимизация траектории движения робота для выполнения определенной задачи); аэродинамика (оптимизация формы летательных аппаратов для уменьшения сопротивления воздуха);оптимизация энергетических систем (оптимизация работы электростанций, распределение энергии в сетях); оптимизация систем водоснабжения (выбор оптимальных диаметров труб, оптимизация работы насосных станций).

Характеристика	Линейное программирование (ЛП)	Нелинейное программирование (НЛП)
Целевая функция и ограничения	Линейные	Нелинейные
Сложность решения	Относительно простая	Сложная
Количество оптимумов	Один глобальный оптимум	Может иметь несколько локальных оптимумов
Методы решения	Симплекс-метод, метод внутренней точки	Градиентные методы, методы второго порядка, безградиентные методы
Применение	Транспортные задачи, планирование производства, распределение ресурсов	Оптимизация конструкций, управление процессами, обработка изображений

Рис.1. Сравнение ЛП и НЛП.

Факторы, влияющие на выбор метода: характер целевой функции и ограничений (линейные или нелинейные); размерность задачи (количество переменных и ограничений); требуемая точность решения; вычислительные ресурсы; доступность специализированного программного обеспечения.

Программное обеспечение для оптимизации: MATLAB с OptimizationToolbox, Python с библиотеками SciPy, CVXOPT, GAMS, Lindo, CPLEX.

Примеры практического применения в инженерии (более подробно):

✓ Оптимизация конструкции моста: использование НЛП для определения оптимальных размеров балок и опор моста, минимизирующих вес конструкции при соблюдении требований прочности и жесткости. Выбор алгоритма (например, генетические алгоритмы) будет зависеть от сложности геометрии и используемых материалов.

✓ Оптимизация процесса химического синтеза: использование ЛП или НЛП (в зависимости от нелинейности кинетических уравнений) для определения оптимальных параметров процесса (температура, давление, концентрации реагентов), максимизирующих выход целевого продукта.

✓ Оптимизация системы водоснабжения: использование НЛП для определения оптимальных диаметров труб в сети водоснабжения, минимизирующих затраты на строительство и эксплуатацию при обеспечении требуемого давления и расхода воды. Учет местных сопротивлений (задвижки, повороты труб) критически важен.

Заключение:

Методы линейного и нелинейного программирования являются мощными инструментами для решения различных задач оптимизации в инженерии. Выбор оптимального метода зависит от конкретной задачи и доступных ресурсов. Современные тенденции в области оптимизации направлены на разработку более эффективных и универсальных методов, способных решать все более сложные задачи. Понимание основ линейного и нелинейного программирования является важным навыком для инженеров всех специальностей.

Литература

1. Гасс С. Линейное программирование (методы и приложения) / С. Гасс. – М.: Физматлит, 1961. – 304 с.
2. Юдин Д. Б. Линейное программирование. Теория и конечные методы / Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. – М.: Наука, 1969. – 424 с.
3. Хемди А. Таха Введение в исследование операций / А. Таха. – М.: Вильямс, 2005. – 912 с.
4. Базара М. Оптимизация. Теория и алгоритмы. В 2 томах. Т. 1 / М. Базара, Х. Шетти, К. М. Шетти. – М.: Мир, 2014. – 416 с.

5. М. Оптимизация. Теория и алгоритмы. В 2 томах. Т. 2 / М. Базара, Х. Шетти, К. М. Шетти. – М.: Мир, 2014. – 416 с.
6. Чанг К. Оптимизация для инженеров / К. Чанг. – М.: Мир, 2017. – 352 с.
7. Кузнецов А.В. Математическое программирование / А.В. Кузнецов, В.И. Сакович, Н.И. Холод. - Минск: Вышэйшая школа, 1994. - 288 с.
8. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. - М.: Наука, 1986. - 328 с.
9. Зайченко Ю.П. Исследование операций / Ю.П. Зайченко. - Киев: Вища школа, 1988. - 552 с.
10. Алексеев В.М. Оптимальное управление / В.М. Алексеев, В.М. Тихомиров, С.В. Фомин. - М.: Наука, 1979. - 432 с.
11. <https://moodle.kstu.ru/>
12. <https://1fin.ru/>

УДК 624.21

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ В ОБУЧЕНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Милянченко А. А.

Научный руководитель – Евсюк А. В., ассистент

Несмотря на появление большого количества новых методов обучения искусственных интеллектов и их постоянное улучшение, основным инструментом обучения остаются производные. Производные используются в различных процессах, связанных с обучением ИИ. Главной задачей, которую выполняют производные в обучении ИИ является их оптимизация.

Машинное обучение – специальные методы, разработанные для обучения искусственного интеллекта без введения новых данных в программный код.

Существует несколько способов применения производных в машинном обучении. Выбранный способ зависит от задачи, для которой он будет использоваться и знаний пользователя.

Одним из первых способов обучения искусственных интеллектов, особенно нейронных сетей, является градиентный спуск. Также он является одним из самых популярных методов в различных стилях машинного обучения.

Градиентный спуск – это специальный алгоритм, позволяющий находить минимальные и максимальные значения функции потерь с помощью их движения вдоль градиента. Градиент – это вектор, который направлен в сторону наивысшего роста какой-либо скалярной величины. Минимизация любой функции заключается в нахождении самой глубокой