

## Использование методов математического программирования на практике

*А. Ю. Коровченко<sup>1\*</sup>, Л. В. Никонова<sup>1</sup>, А. С. Гомулько<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет путей сообщения, г. Новосибирск,  
Российская Федерация  
\* e-mail: lecha3525@gmail.com

**Аннотация.** Рассматриваются методы математического программирования находящиеся в курсе дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Проводится описание основных методов раздела математического программирования с целью написания программного обеспечения, реализующее возможность обучения студентов изучаемому курсу дисциплины. Цель работы состоит в реализации программного обеспечения содержащее известные методы математического программирования используемые в курсе изучения дисциплины. Поставленная цель достигается путем решения нескольких задач, направленных на проведение исследования реализации алгоритмов математического программирования и разработку программного кода, включающего в себя дизайн и программную логику. Программный код был написан с использованием возможностей современного языка C#, используя технологии WPF (Windows Presentation Foundation). Таким образом программное обеспечение было разработано и будет в дальнейшем использоваться при обучении студентов в рамках раздела математического программирования в сибирском государственном университете путей сообщения.

**Ключевые слова:** математический, математического программирования, программирование, программный, метод, дисциплина, курс, обеспечение, программное обеспечение, исследование, обучение

## Using methods of mathematical programming in practice

*A. Yu. Korovchenko<sup>1\*</sup>, L. V. Nikonova<sup>1</sup>, A. S. Gomulko<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Siberian Transport University, Novosibirsk, Russian Federation  
\* e-mail: lecha3525@gmail.com

**Abstract.** The methods of mathematical programming that are in the course of the discipline "Operations research and optimization methods". The description of the basic methods of mathematical programming in order to write software that implements the possibility of teaching students the course of the discipline. The aim of the work is to implement software containing known methods of mathematical programming used in the course of studying the discipline. The put purpose is reached by the decision of some problems directed on research of realization of algorithms of mathematical programming and development of the program code including design and program logic. The program code was written using the possibilities of modern language C# using technologies WPF (Windows Presentation Foundation). Thus, the software was developed and will be further used in the training of students in the section of mathematical programming in the Siberian State University of Railway Transport.

**Keywords:** mathematical, mathematical programming, programming, software, method, discipline, course, software, software, research, training

## *Введение*

В настоящее время при появлении различных проблем в управлении и планировании производства, при проектировании различных задач в деятельности человека появляются много вариативные задачи, требующие поиска возможных методов решения таких задач.

Среди множества имеющихся методов необходимо выбрать оптимальные с целью поиска решения. На любой IT специальности проводится изучение известных методов оптимизации с целью подготовки студентов в рамках изучения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации». Одним из мощных инструментов, для решения множества задач, является раздел математики, который называется «Математическое программирование». В данном случае понятие «программирование» употребляется в смысле выбора программы действий.

Математическим программированием называется раздел математики, отвечающий за разработку теорий и численных методов решения многомерных экстремальных задач с ограничениями (поиска решения задач, которые являются экстремумами некоторых функций, содержащих несколько искомым неизвестных). Главным свойством вычислительной стороны методов решения таких задач является особенная связанность с использованием компьютеров так как такие методы разрабатываются с учетом их дальнейшего употребления в создании программных обеспечений [1–5].

Для возможности составления такой задачи необходимо какую-либо проблему записать в виде функции и соответствующих ограничений позволяющие найти экстремум такого уравнения. Таким образом задача математического программирования состоит из совокупности неизвестных величин, целевой функции и условий (системы условий).

С целью успешного освоения такого важного раздела математики планируется создать программное обеспечение, производящее расчет с использованием существующих методов оптимизации и линейного программирования, с возможностью пошагового демонстрирования полученного решения.

Целью работы является разработка такого программного обеспечения служащего хорошим помощником для студента во время изучения этой дисциплины. Цель работы будет достигаться путем выполнения следующих задач:

- изучить методы находящиеся в курсе дисциплины;
- разработать дизайн программного обеспечения;
- разработать логику программы с использованием языка программирования

C#;

– проверить программу на адекватность в соответствии с искомым решением.

## *Методы и материалы*

Одним из потребителей разработанного программного продукта является преподаватель, что позволит ему контролировать работу студентов на протяжении всего семестра и производить проверку лабораторных работ на самом занятии в кратчайшее время.

Один из вариантов использования программного продукта является самоконтроль студента во время решения задач из раздела математического программирования. Пользователь самостоятельно выполняет решение на бумаге после чего производит проверку, введя исходные данные в соответствующие поля.

Таким образом испытуемые, на которых тестировалось программное обеспечение, были взяты с сибирского государственного университета путей сообщения. Программное обеспечение показало высокую отзывчивость и производило поддержку преподавателя во время проверки различных работ студентов, что помогло сократить потраченного на это время в несколько раз.

Было произведено тестирование на студентах. В данном случае студенты были удовлетворены программным продуктом и упоминали о том, что можно своевременно проверить свои решения для подготовки к контрольным работам.

### ***Результаты***

В результате исследования был разработан программный комплекс позволяющий производить проверку работ студентов преподавателем наиболее быстрым образом получая полную информацию о получаемом решении начиная с графиком и заканчивая симплекс таблицами. Программный комплекс содержит возможности для генерации вариантов индивидуальных заданий, что позволяет преподавателю эффективно проводить занятия. В режиме студента доступна теория и алгоритмы решения для различных методов оптимизации раздела математического программирования и калькуляторы, который позволяют проверить свое решение.

Для практической значимости программного продукта была добавлена функция решения задач на сетях на карте городе с использованием библиотеки Google API, что позволяет производить оптимизацию транспортной задачи на практическом примере.

### ***Обсуждение***

Для реализации доступно множество методов изучаемые в течении курса методов оптимизации. Одним из подвидов таких задач является транспортная задача.

Транспортировка является важной составляющей в жизни современных жителей планеты. Перевозка грузов является дорогостоящей функцией для компании, поэтому необходимость решения транспортных задач, с минимизацией затрат на перевозку, обладает большим экономическим эффектом при нахождении наилучшего и выгодного пути. Благодаря этому, алгоритмам решения таких задач, уделяется особое внимание со стороны руководителей транспортных компаний. Транспортная задача состоит в поиске наиболее дешёвого маршрута исходя из таблицы цен и удовлетворении потребности товаров для каждого клиента с условием возможностей складов (поставщиков). Таким образом транспортная задача – это задача о поиске оптимального плана перевозок однородного продукта из однородных пунктов (поставщиков) к однородным пунктам приема (потребителям). Таким образом были разработаны следующие методы: северо-

западный угол, метод минимальной стоимости, метод Фогеля, метод потенциалов и так далее.

Вторая наиболее важная задача является симплекс метод. Благодаря нему можно эффективно найти оптимальное решение, избегая простой перебор всех угловых точек. Основной принцип метода: вычисления начинаются с какого-то «стартового» базисного решения, а затем ведется поиск решений, «улучшающих» значение целевой функции. Это возможно только в том случае, если возрастание какой-то переменной приведет к увеличению значения функционала. Одними из условий для применения симплекс-метода является необходимость иметь каноническую форму у задачи и существование явно выделенного базиса.

Существует множество реализации симплекс метода и алгоритмов поиска оптимальных маршрутов транспортной задачи.

Проводя исследование было получено, что не существует разработанного программного обеспечения направленное на помощь преподавателю в обучении решения данных методов.

На рынке имеются различные программные продукты для отдельного решения таких задач (например, Microsoft Excel). Данные среды не преследуют цели продемонстрировать решение поэтапно, что и является их основным минусом по сравнению с разработанными продуктом в рамках данного исследования.

В дальнейшей планируется работа с другими дисциплинами с целью создания универсального программного комплекса, который используется в обучении студентов разных специальностей и профессий. Возможна интеграция работы с образовательной средой Moodle с целью контроля знаний и проведения тестирования студентов в наиболее удобном виде с полным контролем за студентом на наличие факта списывания.

### ***Заключение***

В ходе проведения исследования на данную тему был разработан программный продукт, который применяется при организации занятий в сибирском государственном университете путей сообщения. Разработанное программное обеспечение полностью удовлетворяет поставленной цели.

Адекватность разработанного программного обеспечения была проверена и составляет наибольшее значение. Возможна погрешность из-за наличия ошибки сетки электронно-вычислительной машины при работе с числами с плавающей точкой.

### ***Благодарности***

Выражается благодарность всему педагогическому персоналу «Сибирского государственного университета путей сообщения», факультета «Бизнес-Информатика». Особая благодарность старшему преподавателю кафедры «Системный анализ и управление проектами», Зайцевой Татьяне Сергеевне, за поданную идею и поддержку на этапах реализации программного продукта.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Токарев, В. В. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. В. Токарев. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 440 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04712-7. — Текст : печатный.
2. Сухарев, А. Г. Численные методы оптимизации : учебник и практикум для вузов / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 367 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04449-2. — Текст : печатный.
3. Кочегурова, Е. А. Теория и методы оптимизации : учебное пособие для вузов / Е. А. Кочегурова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10090-7. — Текст : печатный.
4. Сухарев, А. Г. Методы оптимизации : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Г. Сухарев, А. В. Тимохов, В. В. Федоров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 367 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3859-3. — Текст : печатный.
5. Гончаров, В. А. Методы оптимизации : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 191 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3642-1. — Текст : печатный.

© А. Ю. Коровченко, Л. В. Никонова, А. С. Гомулько, 2022