

## РАЗРАБОТКА ДИАЛОГОВОГО ТРЕНАЖЕРА ПО РЕШЕНИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ

А.В. Бессмертная\*, С.В. Кравченко\*, О. А. Кравченко\*\*

\* Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации,  
Республика Беларусь, Гомель, bessmertnaya-1992@mail.ru, s\_kravtchenko@tut.by

\*\* Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого,  
Республика Беларусь, Гомель, solov@tut.by

*Аннотация.* Рассматривается программный модуль для решения классической транспортной задачи.

*Ключевые слова:* программный модуль, диалоговый тренажер, линейное программирование, транспортная задача.

## DEVELOPMENT OF A DIALOG SIMULATOR TO SOLVE TRANSPORTATION PROBLEMS

A.V. Bessmertnaya\*, S.V. Kravtchenko\*, O.A. Kravchenko\*\*

\* Belarusian Trade and Economics University of Consumer Cooperatives,  
Republic of Belarus, Gomel, bessmertnaya-1992@mail.ru, s\_kravtchenko@tut.by

\*\* Sukhoi State Technical University of Gomel,  
Republic of Belarus, Gomel, solov@tut.by

*Abstract.* A software module to solve classical transportation problem is considered.

*Keywords:* software module, dialog simulator, linear programming, transportation problem.

### 1. Введение

Изучение математического программирования, в том числе линейного программирования, осуществляется в учреждении образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации» в рамках учебной дисциплины «Высшая математика». В соответствии с учебной программой дисциплины на изучение темы «Транспортная задача» отводится два или четыре академических часа (в зависимости от специальности) лекций и два или четыре часа практических занятий на очной (дневной) форме получения образования. На заочной форме получения образования предусмотрено только два часа практических занятий, лекций по этой теме вовсе не предусмотрено. Учитывая, что решение транспортной задачи методом потенциалов – это длительный итерационный процесс, включающий в себя несколько этапов, то за одно практическое занятие, которое выделено по плану на изучение темы, возможно решить только одну транспортную задачу. Для глубокого качественного усвоения темы студентами одного занятия оказывается явно недостаточно. Выделить дополнительное время на решение транспортных задач за счет экономии времени в других темах учебной дисциплины тоже не представляется возможным. Самостоятельно не все студенты способны разобрать в этой сложной и объемной теме, несмотря на имеющееся большое количество учебников и методических пособий по линейному программированию. Наиболее проблемная ситуация с усвоением материала на заочной форме получения образования. Если для студентов очной формы обучения можно организовать дополнительные платные занятия или факультатив, то для заочников сложно добавить в их расписание дополнительные занятия. Необходимость рационально организовать самостоятельную работу студентов по решению транспортных задач методом потенциалов привела авторов к идее разработать соответствующий программный продукт.

### 2. Алгоритм решения транспортных задач методом потенциалов

Общая постановка транспортной задачи по критерию стоимости в матричной форме [1, с.144] приведена ниже:

$$f(X) = z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min;$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j & (j = \overline{1; n}), \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i & (i = \overline{1; m}), \\ x_{ij} \geq 0 & (i = \overline{1; m}; j = \overline{1; n}). \end{cases}$$

Если выполняется условие баланса

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j,$$

то транспортная задача является закрытой. Открытая задача должна быть доопределена до закрытой.

Для транспортной задачи алгоритм ее решения методом потенциалов следующий:

Шаг 1. Определяют, является ли транспортная задача закрытой.

Шаг 2. Преобразовывают открытую транспортную задачу в закрытую.

Шаг 3. Строят начальный опорный план по одному из правил.

Шаг 4. Определяют, является ли построенный план оптимальным.

Шаг 5. Если исследуемый план не оптимальный, осуществляют переход к новому плану.

Шаги 4-5 повторяют до тех пор, пока не будет достигнут оптимальный план.

### 3. Интерфейс диалогового тренажера

Цель разработки диалогового тренажера - создать программный продукт для отработки навыков решения закрытой транспортной задачи методом потенциалов. Необходимо, чтобы разрабатываемый электронный тренажер был максимально приближен к технологии решения транспортной задачи вручную на бумаге. Получение ответа в задаче не является основной целью программы, тем более что на сегодняшний день достаточно существует программных продуктов для решения задач линейного программирования. Важен именно ход решения задачи.

Электронный тренажер построен в виде совокупности последовательно появляющихся диалоговых окон. Первое окно предлагает пользователю выбор транспортной задачи для дальнейшего решения. Все транспортные задачи, предлагаемые к решению посредством тренажера, являются закрытыми. Это обусловлено следующими причинами. Во-первых, программа-помощник рассчитана, в первую очередь, на студентов заочной формы обучения, которые не изучают решение открытых транспортных задач. Во-вторых, решение открытой задачи все равно сводится к решению закрытой задачи.

После выбора конкретной задачи требуется рассчитать начальный план перевозок (рис. 1).

Поставщики	Потребители				Запасы товара
	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	
Поставщик A <sub>1</sub>	7	2	8	10	200
Поставщик A <sub>2</sub>	3	4	9	12	300
Поставщик A <sub>3</sub>	1	5	7	11	250
Потребности потребителей	350	100	150	150	

Рис. 2. Окно для ввода начального плана перевозок

Здесь и далее построение опорных планов и их преобразование производится непосредственно в распределительной таблице транспортной задачи.

Из трех возможных методов построения начального плана перевозок (по правилу «северо-западного угла», правилу «минимального элемента» и методу Фогеля) в тренажере отработывается только навык применения правила «минимального элемента». Этот способ получения начального плана является интуитивно понятным, более простым, чем метод Фогеля, и дающим лучшее приближение, чем метод «северо-западного угла». Все задачи, которые возможно решить в программе, дают однозначный начальный план по методу «минимального элемента».

Затем программа ведет пользователя по дальнейшим этапам решения транспортной задачи: требуется определить потенциалы строк и столбцов распределительной таблицы, рассчитать оценки ее незанятых клеток, сделать вывод об оптимальности или неоптимальности имеющегося плана перевозок и, в случае необходимости, построить новый план перевозок. В конце для найденного оптимального плана перевозок рассчитывается суммарные транспортные расходы.

Все диалоговые окна, возникающие последовательно на экране, имеют поля для ввода пользователем числовых данных. Затем программа проверяет правильность введенных данных и, в случае ошибочного ввода, сообщает пользователю об ошибке (рис.2).



Рис. 2. Ошибка пользователя при определении потенциалов строк и столбцов

Пока ошибка на текущем этапе не будет исправлена, переход на следующий этап, а, следовательно, и в следующее диалоговое окно, невозможен. При этом на каждом шаге решения задачи у пользователя есть возможность воспользоваться помощью программы, чтобы понять, где и почему он допустил ошибку.

Таким образом, представленный электронный тренажер разработан исходя из следующих принципов:

- существенное повышение степени усвоения темы «Транспортная задача»;
- индивидуальный темп обучения студента;
- автоматическое исключение ошибок при промежуточных вычислениях в ходе самостоятельного решения задачи;
- качественная визуализации процесса решения задачи;
- работа студента с тренажером максимальна приближена к личной консультации с преподавателем.

Предполагается установить программу-тренажер в компьютерной аудитории университета, предназначенной для самостоятельной работы студентов. Кроме того, рассматривается вопрос о возможности включения созданного программного продукта в электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Высшая математика» для дистанционной заочной формы получения образования и технической возможности удаленной работы с ним, чтобы обеспечить доступ к тренажеру для студентов, обучающихся дистанционно.

### Библиографический список

1. Высшая математика. Математические программирование: учебник / А.В.Кузнецов, В.А.Сакович, Н.И.Холод; под общ. ред. А.В.Кузнецова. – Минск: Вышэйшая школа. – 1994. – 286 с.