

6. Recommendations Addressed to the United Nations Educational Scientific and Cultural Organization UNESCO // Education for the Media and the Digital Age. – Vienna : UNESCO, 1999. – P. 273-274.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СТУДЕНТОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Лашенко А.П., Короленя Р.О.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,

Эффективным инструментом анализа бизнес-процессов предприятий является экономико-математическое моделирование производственных процессов. Такой подход изучения хозяйственной деятельности позволяет получить четкое представление о состоянии предприятия, давая возможность определять точки роста и выявлять узкие места в эффективности производства. Одним из используемых методов экономико-математического моделирования является метод линейной оптимизации. С помощью моделей линейной оптимизации рассматриваются задачи, целью которых является составление оптимальных планов: производства, продаж, закупок, перевозок, об оптимальном финансовом планировании, оптимальной организации рекламной кампании или об оптимальном плане инвестиционного портфеля фирмы [1–3]. В связи с чем, составной частью подготовки студентов экономических специальностей является изучение методов решения задач математического программирования, одной из которых является транспортная задача.

В классическом смысле, транспортная задача – задача о нахождении такого плана перевозки грузов от пунктов отправления до пунктов назначения, при котором транспортные затраты будут минимальны.

Одним из эффективных инструментов для решения такого рода задач является интегрированная система *MathCad* [1–3]. Важным достоинством которой является то, что постановка задачи и описание хода ее решения может задаваться в стандартной форме математического описания формул, символов и знаков. Встроенный редактор формул обеспечивает естественный «многоэтажный» набор формул в привычной математической нотации, а текстовый редактор дает возможность наглядного описания хода вычислений и анализа полученных результатов [2]. Немаловажным в настоящее время является также то, что для начала полноценной работы с системой необходим достаточно низкий порог входа, не требующий знаний программирования.

Для решения задач оптимизации в *MathCad* можно использовать встроенные функции *Maximize*, *Minimize* и логический блок *Given* [1, 2]. При этом главное условие использования этих инструментов – четкая формализация условий поставленной задачи в блоке *Given*. Оптимальное же решение получают с использованием функций *Maximize* или *Minimize*.

Одним из вариантов задания для исследования транспортной задачи, изучаемых студентами инженерно-экономического факультета БГТУ на лабораторных занятиях по дисциплине «Компьютерные информационные технологии», является следующий [1].

Пример. На трех предприятиях A_1, A_2, A_3 сосредоточена однородная продукция в объемах 140, 180 и 160 единиц. Продукцию необходимо перевезти в пункты назначения B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 в объемах соответственно 60, 70, 120, 130 и 100 единиц. Тарифы на перевозку единицы продукции с каждого из пунктов отправления в соответствующие пункты назначения задаются матрицей:

$$c = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 2 & 4 \\ 8 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 9 & 7 & 3 & 7 & 2 \end{pmatrix}$$

Необходимо составить такой план перевозок, при котором общая стоимость перевозок будет минимальной.

После обсуждения исходных данных и разбора типового примера, студентам предлагается составить математическую модель для индивидуального задания и формализовать ее в синтаксисе системы *MathCad* с использованием одномерных и двумерных массивов (Рисунки 1 – 2).

Тарифы	Запасы
$c := \begin{pmatrix} 2 & 3 & 4 & 2 & 4 \\ 8 & 4 & 1 & 4 & 1 \\ 9 & 7 & 3 & 7 & 2 \end{pmatrix}$	$a := (140 \ 180 \ 160)^T$
	Потребности
	$b := (60 \ 70 \ 120 \ 130 \ 100)^T$
Проверка на закрытость $\sum a - \sum b = 0$	

Рисунок 1 – Листинг исходных данных в MathCad

Целевая функция	
$f(x) := \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^4 (c_{i,j} \cdot x_{i,j})$	
Опорный план	
$x := \begin{pmatrix} 90 & 50 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 70 & 230 & 60 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 120 & 60 \end{pmatrix}$	Стоимость перевозок по опорному плану $f(x) = 2.04 \times 10^3$
Блок ограничений	
Given	
$i := 0..2 \quad k := 0..4$	
$m_{k,i} := 1$	Вспомогательная единичная матрица
$x \geq 0$	Неотрицательность переменных
$(x \cdot m)^{(0)} = a$	Проверка использования запасов
$[(m \cdot x)^T]^{(0)} = b$	Удовлетворение всех потребностей

Рисунок 2 – Листинг математической модели задачи

Целевая функция (Рисунок 2) представляет собой функцию пользователя и задается произведением матрицы тарифов и искомой матрицы плана перевозок. Опорный план студенты формируют самостоятельно любым известным для них методом (северо-западного угла, минимальной стоимости и т.д.). После задания опорного плана, рекомендуется вычислить стоимость перевозок по опорному плану.

Решение задачи с использованием векторов и матриц позволяет сократить ввод ограничений к целевой функции и подразумевает задание единичной матрицы размерами $k \times i$ (где k – количество пунктов назначения, i – количество пунктов отправления).

Оптимальное решение получают с использованием функции *Minimize* (Рисунок 3).

Оптимальный план перевозок $d := \text{Minimize}(f, x)$ $d = \begin{pmatrix} 60 & 0 & 0 & 80 & 0 \\ 0 & 70 & 60 & 50 & 0 \\ 0 & 0 & 60 & 0 & 100 \end{pmatrix}$ Стоимость перевозок по оптимальному плану: $f(d) = 1.2 \times 10^3$	
Проверка объема перевозки продукции только со 2-го пункта отправления: $a_1 - \sum (d^T)^{(1)} = 0$	Проверка объема перевозки продукции только в 5-ый пункт назначения: $b_4 - \sum_{i=0}^2 \sum_{k=4}^4 d_{i,k} = 0$
Стоимость перевозок продукции только с 1-го пункта отправления: $\sum_{i=0}^0 \sum_{k=0}^4 (d_{i,k} \cdot c_{i,k}) = 280$	Стоимость перевозок продукции только в 1-ый пункт назначения: $\sum_{i=0}^2 (d_{i,0} \cdot c_{i,0}) = 120$

Рисунок 3 – Листинг решения задачи и анализа результатов

Важнейшим этапом методики является проведение анализа полученных результатов на основе предикатов высказываний и различных возможностей работы с двумерными массивами в *MathCad*. В качестве предикатов высказываний могут выступать:

- выполняется ли то или иное условие из блока ограничений?;
- сколько стоит перевезти продукцию из конкретного пункта отправления?;
- сколько стоит перевезти продукцию в конкретный пункт назначения?;
- как изменить исходные данные, если перевозка из конкретного пункта отправления в конкретный пункт назначения невозможна?;
- и т.д.

Таким образом, в результате выполнения лабораторных работ с использованием системы *MathCad* и предлагаемой методики, студенты приобретают навык постановки задач математического программирования, формализации математических моделей и решения поставленной задачи. Полученные навыки позволяют студентам в полной мере проводить анализ результатов для принятия эффективных управленческих решений.

Литература

1. Лащенко, А. П. Компьютерные информационные технологии. В 2 ч. Ч. 2 : лабораторный практикум для студентов специальностей 1-25 01 07 «Экономика и управление на предприятии», 1-26 02 02 «Менеджмент», 1-26 02 03 «Маркетинг» / А. П. Лащенко, Р. О. Короленя, С. А. Осоко. – Минск : БГТУ, 2020. – 217 с.
2. Лащенко, А. П. Решение задач математического программирования для студентов экономических специальностей / А. П. Лащенко, Р. О. Короленя // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования : материалы XXIV науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск : БГТУ, 2021. – С.106–108.
3. Лащенко, А. П. Комплексный анализ производственных кейсов на базе задач оптимизации для студентов инженерно-экономических специальностей / А. П. Лащенко, Р. О. Короленя // Информационные технологии в образовании, науке и производстве [Электронный ресурс] : IX Международная научно-техническая интернет-конференция, 20-22 ноября 2021 года / сост. Е. А. Хвилько. – Минск : БНТУ, 2022. – С. 349-355. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/109852> (дата обращения: 20.02.2022).

О СТИМУЛИРОВАНИИ И КОНТРОЛЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Ловенецкая Е.И., Бочило Н.В., Калиновская Е.В.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

Проблемы эффективной организации учебного процесса всегда стояли и стоят в центре внимания педагогов. В современном обществе, оснащенном мощными техническими средствами обработки и передачи информации, открываются как новые возможности преобразования и усовершенствования образовательной среды, так и новые грани проблем.

Всего пару десятилетий назад основными учебными материалами в университетах были учебные пособия и конспекты лекций, а нынешние студенты совершенно искренне не понимают, для чего нужно писать конспект, если в любой момент они могут создать запрос в смартфоне и тут же получают информацию. При этом молодые люди редко бывают готовы к критическому восприятию этой информации, склонны просто транслировать первые попавшиеся утверждения, не пытаясь их обосновать. С одной стороны, причина такой ситуации в огромной интенсивности информационного потока, в котором живем сейчас все мы, а современные студенты живут в этом информационном океане с рождения, это их среда обитания. А другая причина – сокращение программ естественнонаучных и математических дисциплин в учреждениях высшего образования, упрощение школьных программ, акцент на проверку знаний в форме теста – все это приводит к тому, что школьники не приучены к восприятию доказательств и логических рассуждений, они более нацелены на получение результата, формального ответа в задаче, а не на обоснование хода решения и выводов.

Стремление педагогов адаптировать подачу учебного материала к особенностям восприятия учащихся приводит к появлению множества новых методических материалов, различных учебно-методических комплексов, предоставляющих обучаемым единый ресурс учебных средств, необходимых и достаточных для изучения предмета. В настоящее время ведется работа по обеспечению большинства дисциплин, изучаемых в учреждениях высшего образования, такими учебно-методическими комплексами. Так, на кафедре высшей математики Белорусского государственного технологического университета последовательно ведется разработка электронных