

УДК 681.3.06

**А. П. Лащенко**

lap830@mail.ru

*Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЕЙСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ НА БАЗЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ**

В статье автором рассматривается использование системы MathCad в учебном процессе студентов экономических специальностей при решении задач математического программирования. После получения оптимального решения производится анализ возможных сценариев развития событий. Преподавателем моделируются различные ситуации.

*Ключевые слова: система MathCad, математическое программирование, контроль знаний, моделирование производственных ситуаций.*

**Anatoliy Lashchenko**

lap830@mail.ru

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

## **USING CASES FOR KNOWLEDGE CONTROL STUDENTS BASED ON OPTIMIZATION PROBLEM**

In the article the author considers the use of the MathCad system in the educational process of students of economic specialties in solving problems of mathematical programming. After obtaining the optimal solution, an analysis of possible scenarios for the development of events is carried out. The teacher simulates various situations.

*Keywords: MathCad system, mathematical programming, knowledge control, simulation of production situations.*

Современные вызовы требуют постоянного совершенствования подготовки студентов высших учебных заведений экономического профиля. Проблемное поле задач, решаемых специалистами данного профиля, обширно и включает задачи, в том числе задачи оптимизации.

Многочисленные проблемы выбора эффективной стратегии управления, принятия оптимальных решений, которые возникают при проектировании и организации реальных бизнес-процессов предприятий, можно сформулировать в виде производственных кейсов [1].

Обобщая множество определений, под термином «кейс» будем понимать формализованное описание ситуации или случая, которые используют для обучения, оценки и поиска наиболее эффективного или оперативного решения.

С точки зрения изучения и решения реальных производственных бизнес-кейсов, на наш взгляд, эффективно использовать комплексный анализ, включающий сочетания различных элементов основных видов решения в зависимости от кластера производственной проблемы.

Данный подход реализован при решении производственных кейсов по дисциплине «Компьютерные информационные технологии» для студентов инженерно-экономических специальностей БГТУ. Основной частью процесса проработки задания (максимально приближенного к реальной производственной ситуации) является комплексный анализ кейса, который проводится в пять этапов:

- 1) знакомство с ситуацией, анализ ее особенностей;
- 2) выделение основной проблемы (или нескольких), выделение основных влияющих факторов и критериев решения, формализация;
- 3) предложение концепций и методологии решения;
- 4) решение кейса;
- 5) моделирование различных ситуаций на основе полученного решения (решений) и анализ последствий принятия той или иной управленческой стратегии.

Любая задача оптимизации предполагает, прежде всего, определение количественной характеристики цели, которую необходимо достичь в процессе оптимизации – целевую функцию [2; 3; 4]. В общем случае это может быть максимум прибыли или минимум издержек (в денежном, временном или каком-либо другом выражении). Целевая функция показывает, почему одно рассматриваемое решение лучше или хуже другого, т.е. является критерием оптимизации. Целевая функция зависит от величин, называемых переменными решения. При поиске оптимального решения мы можем варьировать значения этих величин в адекватных диапазонах. Таким образом, цель задачи оптимизации – найти такие значения переменных решения, при которых целевая функция имеет локальный экстремум, т.е. максимальна или минимальна для заданных ограничений. Любая оптимизация всегда проводится при наличии системы ограничений – условий, ограничивающих изменения переменных решения при поиске максимума или минимума значений целевой функции.

Широкие возможности для решения задач такого рода открывает интегрированная система MathCad [4; 5; 6]. Одним из основных преимуществ системы является то, что на сегодняшний день это единственная система, в которой описание решения задач дается в стандартной форме математического описания формул, символов и знаков.

Помимо этого, система MathCad имеет мощный инструмент решения оптимизационных задач – встроенные функции Maximize, Minimize и логический блок «Given» [3; 4; 5]. Главное условие использования этих элементов – четкая формализация условий поставленной задачи (системы ограничений) в блоке «Given», а оптимальное решение найдет система с использованием функций Maximize или Minimize, отвечающих за поиск локальных максимумов и минимумов.

Рассмотрим решение одного из вариантов производственного кейса, исследуемого студентами инженерно-экономического факультета на лабораторных занятиях по дисциплине «Компьютерные информационные технологии» [4; 6] в соответствии с алгоритмом, описанным ранее.

**Этап 1. Знакомство с ситуацией, анализ ее особенностей (анализ исходных данных).**

Цех предприятия должен изготовить 80 изделий трех типов. Каждого изделия нужно не менее 10 штук. На одно изделие уходит соответственно 5, 6 и 2 кг однородного металла при его общем запасе 740 кг, а также по 6, 10 и 3 кг пластмассы при ее общем запасе 900 кг. Сколько изделий каждого типа необходимо произвести для получения максимального объема выпуска в денежном выражении, если цена каждого изделия составляет 6, 4 и 3 усл. ед.?

**Этап 2. Выделение основной проблемы и основных влияющих факторов и критериев решения, формализация.**

На данном этапе студентам предлагается в формате дискуссии высказать свое видение проблем и за счет чего эту проблему можно решить. Например:

Проблема – получение максимального объема выпуска в денежном выражении (прибыли). Целевая функция – максимум прибыли. За счет чего – за счет оптимального распределения искомым количественных значений производства изделий первого, второго и третьего типов (**переменных решения**). Критерий решения – оптимальный план производства в заданной системе ограничений.

Формализация – математическое описание установленной целевой функции и системы ограничений, осуществляется студентами самостоятельно [4; 5].

**Этап 3. Предложение концепции и методологии решения.**

Дается краткое описание моделей оптимизации задач линейного программирования в условиях определенности. В формате дискуссии определяется эффективный метод решения конкретной задачи. В качестве инструмента для решения задачи студентам предлагается рассмотреть систему MathCad, базовые возможности которой изучались студентами ранее. Листинг исходных данных и их формализация с использованием синтаксиса системы представлены на рис. 1.

Виды сырья	Нормы расхода сырья на одно изделие, м <sup>3</sup>			Общее количество сырья, м <sup>3</sup>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	
Металл	5	6	2	740
Пластмасса	6	10	3	990
<i>Прибыль, усл. ед</i>	6	4	3	–

$$f(x_1, x_2, x_3) := 6 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 \quad (1)$$

$$\begin{array}{l} x_1 := 10 \quad x_2 := 10 \quad x_3 := 10 \\ \text{Given} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{Начальные условия} \\ \text{(опорный план)} \end{array}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 80 \quad (2)$$

$$x_1 \geq 10 \quad x_2 \geq 10 \quad x_3 \geq 10 \quad (3)$$

$$5 \cdot x_1 + 6 \cdot x_2 + 2 \cdot x_3 \leq 740 \quad (4)$$

$$6 \cdot x_1 + 10 \cdot x_2 + 3 \cdot x_3 \leq 990 \quad (5)$$

Рис. 1. Листинг исходных данных и их описание на рабочем листе

Целевая функция (1) на рис. 1 представляет собой функцию пользователя системы, зависящую от переменных решения  $x_1, x_2, x_3$ . В качестве переменных решения выступают искомые объемы производства в количественном выражении для первого, второго и третьего типов изделий соответственно.

Система ограничений включает (см. Этап 1):

(2) – «цех предприятия должен изготовить 80 изделий трех типов»;

(3) – «каждого изделия нужно не менее 10 штук»;

(4) – «на одно изделие уходит соответственно 5, 6 и 2 кг однородного металла при его общем запасе 740»;

(5) – на одно изделие уходит «по 6, 10 и 3 кг пластмассы при ее общем запасе 900 кг».

Необходимо отметить, что при проработке системы ограничений особое внимание уделяется тому факту, что при увеличении количества ограничений системы (максимального количества наиболее точно описывающих реальную производственную систему) – повышается точность получаемого решения.

#### Этап 4. Решение кейса.

В соответствии с выбранной методикой решения, далее с использованием функции *Maximize* находится оптимальный план производства, после чего полученные значения переменных решения подставляются в целевую функцию, и определяется ее значение. Листинг решения кейса представлен на рис. 2.

$R := \text{Maximize}(f, x_1, x_2, x_3)$

*Оптимальный план производства изделий при заданных ограничениях:*

$$R = \begin{pmatrix} 60 \\ 10 \\ 10 \end{pmatrix}$$

*Прибыль:*  $f(R_0, R_1, R_2) = 430$

Рис. 2. Листинг исходных данных и их описание на рабочем листе

**Этап 5. Моделирование различных ситуаций на основе полученного решения и комплексный анализ последствий принятия той или иной управленческой стратегии.**

После получения оптимального решения производится анализ возможных сценариев развития событий. Преподавателем моделируются различные производственные ситуации. Студенту предоставляется возможность создавать или изменять логические выражения на рабочем листе в зависимости от предиката высказываний преподавателем.

В качестве предикатов высказываний могут выступать:

– «Как влияют начальные условия на результат решения?»;

– «Какие условия в системе ограничений нужно изменить и как, если возникла необходимость производства изделий первого и третьего типа ровно по 15 штук, а изделий второго типа – любое положительное число?»;

- «Как проверить выполнения условий системы ограничений?»;
- «Как проверить эффективность использования материалов?»;
- «Получено максимально возможное значение прибыли?»;
- «Что можно предпринять для максимального использования ресурсов?»;
- «Какие управленческие решения будут способствовать увеличению прибыли?»;
- «Сколько материалов необходимо для производства изделий 3 типа по полученному оптимальному плану?»
- и другие.

Таким образом, в результате комплексного анализа производственных кейсов на базе задач оптимизации с использованием системы MathCad и предлагаемого подхода студенты совершенствуют навык постановки и проработки моделей оптимизационных задач математического программирования. Проведение комплексного анализа кейсов позволяет студентам в полной мере исследовать поведение изучаемой системы в различных условиях и оценивать результаты принятия управленческих решений. А это совершенствует процесс критического мышления у студентов, формирует способность решать различные бизнес-кейсы и ускоряет процесс приобретения новых знаний, обеспечивая тем самым высокий уровень профессиональных компетенций будущих инженеров-экономистов.

#### Список литературы

1. Ситуационный анализ, или Анатомия Кейс-метода / Ю. П. Сурмин [и др.]; под ред. Ю. П. Сурмина. Киев: Центр инноваций и развития, 2002. 286 с.
2. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах. М.: Высшая школа, 1986. 320 с.
3. Лашенко А. П. Инженерно-экономические задачи на базе MathCad: практикум для студентов экономических спец. // Минск.: БГТУ, 2006. 119 с.
4. Черняк А. А. Математика для экономистов на базе MathCad / А.А. Черняк [и др.]. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 496 с.
5. Лашенко, А. П., Короленя Р. О., Осоко С. А. 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». Минск: БГТУ, 2020. 217 с.
6. Лашенко, А. П., Короленя Р. О. Решение задач математического программирования для студентов экономических специальностей // 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.