

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КЕЙСОВ НА БАЗЕ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

¹Лащенко А. П., ²Короленя Р. О.

*¹Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, lar830@mail.ru*

*²Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Беларусь, korolenia@belstu.by*

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, 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.

Обобщая множество определений, под термином «Кейс» (от англ. «Case» – некий случай, обстоятельство) будем понимать формализованное описание ситуации или случая, которые используют для обучения, оценки и поиска наиболее эффективного и/или оперативного решения.

Методология анализа кейсов предполагает несколько видов его решения. Основными из них являются [1]:

- проблемный анализ, который по своей сути представляет кластеризацию проблемного поля;
- причинно-следственный анализ, позволяющий выявить исходные события, которые повлекли за собой возникновение проблемы;
- прагматический анализ – объекты, процессы или явления рассматриваются с точки зрения более эффективного использования на практике.

С точки зрения изучения и решения реальных производственных бизнес-кейсов, на наш взгляд, эффективно использовать комплексный анализ, включающий сочетания различных элементов основ-

ных 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.

Широко используемым методом адаптации и проработки производственных кейсов является метод линейной оптимизации [2]. С помощью моделей линейной оптимизации рассматриваются задачи, целью которых является составление оптимальных планов. Речь может идти об оптимальных планах производства, продаж, закупок, перевозок, об оптимальном финансовом планировании, оптимальной организации рекламной кампании или об оптимальном плане инвестиционного портфеля фирмы [2, 3, 4].

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. по сути, 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 [5, 6, 7]. Одним из основных преимуществ системы является то, что на сегодняшний день это единственная математическая система, в которой описание решения задач дается в стандартной форме математического описания формул, символов и знаков.

Встроенный редактор формул обеспечивает естественный «многоэтажный» набор формул в привычной математической нотации. Важным достоинством системы является возможность простого документирования и комментирования хода вычислений и осуществляемых изменений и их анализа.

Все это позволяет свободно компоновать рабочий лист – по аналогии с обычной доской, обеспечивая наглядность поэтапного исследования исходных данных задачи, хода решения и изучения полученных результатов.

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 соответственно локальных максимумов и минимумов.

Рассмотрим решение одного из вариантов производственного кейса, исследуемого студентами инженерно-экономического факультета на лабораторных занятиях по дисциплине «Компьютерные информационные технологии» [5, 8] 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, выделение 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 [5, 7].

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 рисунке 1.

Целевая функция (1) на рисунке 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.

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

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

$x_1 := 10 \quad x_2 := 10 \quad x_3 := 10$ *Начальные условия (опорный план)*
Given

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

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

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

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

Рисунок 1 – Листинг исходных данных и их описание на рабочем листе:
(1) – целевая функция; (2)–(5) – система ограничений

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 рисунке 2.

R := *Maximize*(*f*, *x*₁, *x*₂, *x*₃)

Оптимальный план производства изделий при заданных ограничениях:

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

Прибыль: $f(R_0, R_1, R_2) = 430$

Рисунок 2 – Листинг исходных данных и их описание на рабочем листе

Этап 5. Моделирование различных ситуации 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 и / 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 в свою очередь 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. Сурмина Ю. П. – Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
2. Зайцев, М. Г. Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы: учебное пособие / М. Г. Зайцев, С. Е. Варюхин – 2-е изд., испр. – М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008. – 664 с.
3. Акулич, И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах / И. Л. Акулич – М.: Высшая школа, 1986. – 320 с.
4. Костевич, Л. С. Математическое программирование: Информационные технологии оптимальных решений: учеб. пособие / Л. С. Костевич; Новое знание. – Минск, 2003. – 424 с.
5. Лащенко, А. П. Инженерно-экономические задачи на базе MathCad: практикум для студентов экономических спец. / А. П. Лащенко – Минск.: БГТУ, 2006. – 119 с.
6. Черняк, А. А. Математика для экономистов на базе MathCad / А. А. Черняк [и др.]. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 496 с.
7. 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.
8. 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.