

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОАО «КОНДИТЕРСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ “РОССИЯ”» НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

© 2012 С.Е. Гордеева*

Ключевые слова: логистическая система, математическое моделирование, метод симплекс-таблиц, двойственная задача линейного программирования, максимизация объема производства, минимизация затрат.

Построена логистическая система производства в ОАО «Кондитерское объединение “Россия”». Осуществлен анализ оптимального производственного процесса по симплекс-таблице двойственной задачи линейного программирования, что позволило минимизировать цены на дефицитные ресурсы таким образом, чтобы стоимость их была не меньше, чем выручка от реализации продукции предприятия.

Математическое моделирование логистической системы ОАО «Кондитерское объединение “Россия”» можно осуществить с помощью методов оптимизации и управления материальными потоками в заданной логистической системе производства¹.

Данное предприятие использует три вида ресурсов - материальные, трудовые ресурсы и оборудование (**входные потоки**) - и может производить различные виды изделий, которые могут быть объединены в три большие группы (**выходящие потоки**):

П1 - кофе (Nescafe, Nesquik);

П2 - коробки шоколадных конфет (“Родные просторы”, “Палитра”, “Коллекция”, “Сказки леса”);

П3 - шоколадные плитки (“Nestle”, “Сударушка”, “Путешествие”, “Кофе с молоком”,

“Блаженство”, “Золотая марка”, “Российский”, “Вкус лета”, “Совершенство”, “Nuts”, “Shok”).

Таким образом, логистическая система производства данного предприятия выглядит следующим образом (см. рисунок).

Для того чтобы составить математические модели производственных процессов и найти оптимальные потоки, максимизирующие объем производства в стоимостном выражении (целевая функция *L1*), используем данные табл. 1.

$$L1(x)_{\max} = 75x_1 + 145x_2 + 35x_3$$

$$\begin{cases} P1 \text{ материалы} & \left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 12x_2 + 3x_3 \leq 5800, \\ 4x_1 + 10x_2 + 2x_3 \leq 4100, \\ 5x_1 + 11x_2 + 4x_3 \leq 5320; \\ x_1, x_2, x_3 > 0. \end{array} \right. \\ P2 \text{ трудовые} \\ P3 \text{ оборудование} \end{cases}$$

<i>P1</i> материалы	Логистическая система	<i>П1</i>
<i>P2</i> трудовые		<i>П2</i>
<i>P3</i> оборудование		<i>П3</i>

Рис. Структура производственной логистической системы

Таблица 1

Исходные данные для симплекс-анализа

Показатели	Ед. изм.	Виды изделий			Суточный объем ресурса
		<i>П1</i>	<i>П2</i>	<i>П3</i>	
Материальные ресурсы	руб.	8	12	3	5800
Трудовые ресурсы	чел.-дн.	4	10	2	4100
Оборудование	станко-ч	5	11	4	5320
Цена 1 ед. изделия	руб.	75	145	35	
Себестоимость 1 ед. изделия	руб.	60	90	20	

* Гордеева Светлана Евгеньевна, аспирант Самарского государственного экономического университета.
E-mail: svetlana_gordeev@mail.ru.

Введем дополнительные переменные x_4 , x_5 , x_6 , что позволяет нам перейти к каноническому виду:

$$L1(x)_{\max} = 75x_1 + 145x_2 + 35x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6.$$

$$\begin{cases} 8x_1 + 12x_2 + 3x_3 + x_4 & = 5800; \\ 4x_1 + 10x_2 + 2x_3 + x_5 & = 4100; \\ 5x_1 + 11x_2 + 4x_3 + x_6 & = 5320. \end{cases}$$

x_4 , x_5 , x_6 являются остатками соответствующих ресурсов, возникших в процессе производства продукции.

Для решения данной математической модели используем метод симплекс-таблиц, на котором основывается нахождение оптимального решения². Первое опорное решение:

$$x_1 = x_2 = x_3 = 0; \quad x_4 = 5800 \text{ руб.}, \\ x_5 = 4100 \text{ чел.-дн.}, \quad x_6 = 5320 \text{ станко-ч.}$$

Экономический смысл данного решения заключается в том, что на данном начальном этапе предприятие ничего не выпускает, все исходные ресурсы находятся на складе.

Нахождение оптимального решения данной модели представлено в табл. 2.

$$X_4 = 0, \quad X_5 = 0, \quad X_6 = 0.$$

Экономический анализ данного решения показывает, что остаток материальных ресурсов отсутствует ($X_4 = 0$), т.е. все закупленные материалы полностью используются в производстве, также нет остатка трудовых ресурсов ($X_5 = 0$), поэтому этот ресурс является дефицитным, и оборудование используется полностью ($X_6 = 0$), о чем свидетельствует отсутствие остатка третьего ресурса.

Таким образом, можно сделать вывод, что в процессе производства все исходные ресурсы используются на 100% (что доказывает оптимальность предложенной математической модели), в результате чего предприятием за сутки производится 203,33 шт. первой группы изделий, 252,22 шт. второй группы и, наконец, 382,22 шт. третьей. При данной производственной программе предприятие получит выручку от реализации произведенной за сутки продукции в следующем размере:

$$75 \cdot 203,33 + 145 \cdot 252,22 + 35 \cdot 382,22 = 65\,200 \text{ руб.}$$

Таблица 2

Симплекс-таблица

Сб	Б	0	75	145	35	0	0	0	∅
		b	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
0	x4	5800	8	12	3	1	0	0	483,33
0	x5	4100	4	<u>10</u>	2	0	1	0	410
0	x6	5320	5	11	4	0	0	1	483,64
	Δ	0	-75	-145	-35	0	0	0	
0	x4	880	<u>3,2</u>	0	0,6	1	-1,2	0	275
145	x2	410	0,4	1	0,2	0	0,1	0	1025
0	x6	810	0,6	0	1,8	0	-1,1	1	1350
	Δ	59 450	-17	0	-6	0	14,5	0	
75	x1	275	1	0	0,19	0,31	-0,38	0	1466,67
145	x2	300	0	1	0,13	-0,13	0,25	0	2400
	x6	645	0	0	<u>1,69</u>	-0,19	-0,88	1	382,22
	Δ	64 125	0	0	-2,81	5,31	8,13	0	
75	x1	203,33	1	0	0	0,33	-0,28	-0,11	
145	x2	252,22	0	1	0	-0,11	0,31	-0,074	
35	x3	382,22	0	0	1	-0,11	-0,52	0,59	
	Δ	65 200	0	0	0	5	6,67	1,67	
			y4	y5	y6	y1	y2	y3	

В последней симплекс-таблице все $k > 0$, что означает, что данное решение является оптимальным. Ответ математической модели решения данной задачи следующий:

$$X_1 = 203,33; \quad X_2 = 252,22; \quad X_3 = 382,22;$$

Исходя из теории двойственности, в связи с тем, что задача линейного программирования имеет оптимальное решение, то и двойственная задача имеет оптимальное решение, где значения целевых функций в этих решениях совпадают.

$$T(y)_{\min} = 5800y_1 + 4100y_2 + 5320y_3;$$

$$\begin{cases} 8y_1 + 4y_2 + 5y_3 \geq 75, \\ 12y_1 + 10y_2 + 11y_3 \geq 145, \\ 3y_1 + 2y_2 + 4y_3 \geq 35; y_1, y_2, y_3 > 0. \end{cases}$$

$$T^*(y) = 5800y_1 + 4100y_2 + 5320y_3 + 0y_4 + 0y_5 + 0y_6;$$

$$\begin{cases} 8y_1 + 4y_2 + 5y_3 - y_4 = 75, \\ 12y_1 + 10y_2 + 11y_3 - y_5 = 145, \\ 3y_1 + 2y_2 + 4y_3 - y_6 = 35. \end{cases}$$

Оптимальное решение двойственной задачи является следующим (см. табл. 2):

$$\begin{aligned} y_1 = 5, y_2 = 6,67; y_3 = 1,67; y_4 = 0, \\ y_5 = 0, y_6 = 0; \\ 5800 \cdot 5 + 4100 \cdot 6,67 + \\ + 5320 \cdot 1,67 \approx 65\,200. \end{aligned}$$

Основные переменные двойственной задачи характеризуют оценки ресурсов, т.е. экономический смысл теории двойственности заключается в том, какие минимальные цены необходимо назначить на дефицитные ресурсы, чтобы стоимость их была не меньше, чем выручка от реализации продукции предприятия.

Установим соответствия между переменными исходной и двойственной задач:

В данной задаче линейного программирования основными переменными симплекс-таблицы являются переменные X_1, X_2, X_3 (продукция), дополнительными X_4, X_5, X_6 (ресурсы). К тому же, первые три переменные являются базисными, оставшиеся, соответственно, - небазисными.

Проведенный экономический анализ процесса оптимизации по последней симплекс-таблице показывает, что при закупке единицы материальных ресурсов производство первой группы изделий (кофе) увеличится на

0,33 шт., производство коробок шоколадных конфет и шоколадных плиток уменьшится на 0,11 шт. Анализ основной двойственной переменной (при закупке первого ресурса) показал, что в денежном выражении она составила: $75 \cdot 0,33 + 145 \cdot (-0,11) + 35 \cdot (-0,11) = 5$ тыс. руб.

При закупке единицы трудовых ресурсов производство кофе уменьшится на 0,28 шт., производство второй группы изделий увеличится на 0,31 шт., а шоколадных плиток, в свою очередь, уменьшится на 0,52 шт. Таким образом, при закупке единицы второго ресурса P_2 минимальная цена, которую необходимо назначить на данный дефицитный ресурс, чтобы его стоимость была не меньше, чем выручка от реализации продукции предприятия, составляет $75 \cdot (-0,28) + 145 \cdot 0,31 + 35 \cdot (-0,52) = 6,67$ тыс. руб.

И наконец, при закупке единицы оборудования производство первой и второй групп изделий уменьшится на 0,11 шт. и 0,074 шт., соответственно, а производство третьей увеличится на 0,59 шт. Таким образом, чтобы стоимость оборудования была не меньше, чем выручка от реализации продукции, на данный дефицитный ресурс необходимо назначить

минимальную цену в размере $75 \cdot (-0,11) + 145 \cdot (-0,074) + 35 \cdot 0,59 = 1,67$ тыс. руб.

¹ См.: *Афанасьева Н.В.* Логистические системы и российские реформы. СПб., 2010; *Карташев В.А.* Система систем. Очерки общей теории и методологии. М., 2009; *Калихман И.Л.* Линейная алгебра и программирование. М., 2008; *Сосунова Л.А., Серлер Е.А.* Экономико-математическое моделирование инновационного развития региональной экономики // Вестн. Самар. гос. экон. ун-та. Самара, 2010. □ 7 (49). С. 90-92.

² *Калихман И.Л.* Указ. соч. С. 52.

Поступила в редакцию 10.04.2012 г.