

**И. М. Калинин, Е. А. Семенчин** (Краснодар, КубГУ).  
**Математическая модель процесса выпечки хлеба (на примере хлебозавода «Каравай»).**

Пусть фирма производит несколько видов продуктов. Пусть для каждого производимого  $j$ -го вида продукта известна производственная функция  $f_j: y_j = f_j(x_1, x_2, \dots, x_m)$  и его цена  $p_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ); для каждого  $k$ -го вида ресурса известна функция  $g_k$ , описывающая суммарные затраты этого ресурса при производстве всех видов продуктов, значения которого не превосходят  $b_k$  — величины (объемы) этого ресурса, хранящегося в складских помещениях фирмы ( $k = 1, 2, \dots, m$ ).

Математическая модель планирования производства на фирме, учитывающая запасы ресурсов на данный период имеет вид [1]:

$$\sum_{j=1}^n p_j f_j(x_1, x_2, \dots, x_m) - \sum_{k=1}^n w_k x_k \rightarrow \max, \quad g_k(x_k) \leq b_k, \quad x_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, m,$$

где  $p = (p_1, p_2, \dots, p_m)$  — вектор цен выпускаемых товаров,  $g(x) = (g_1(x), g_2(x), \dots, g_n(x))$  — вектор-функция затрат,  $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  — вектор запасов ресурсов,  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) — объем (величина)  $i$ -го вида ресурса.

Цель работы — оптимизировать процесс производства хлеба на хлебозаводе «Каравай» (г. Краснодар) при заданных объемах ресурсов и добиться получения наибольшей прибыли на этой фирме за один производственный цикл.

Фирма выпускает 2 вида продукции: хлеб «Пшеничный» и булка «Городская». Масса хлеба «Пшеничный» составляет 600 г, булки «Городская» — 550 г. Стоимость одной булки хлеба составляет 15 руб., булки «Городская» — 14 руб.

**Таблица.** Количество ингредиентов, необходимых для производства одной булки хлеба «Пшеничный», булки «Городская» и стоимость одного килограмма каждого ингредиента

Номер ингредиента	Ингредиенты	Хлеб	Булка	Стоимость 1 кг сырья, руб
		«Пшеничный»	«Городская»	
		Расход сырья, кг	Расход сырья, кг	
1	Мука пшеничная	0,481	0,458	12,45
2	Дрожжи прессованные	0,002	0,005	17,75
3	Соль	0,008	0,006	3,3
4	Масло растительное	0,00002	0,002	25,1
5	Сахар	0,007	0,015	17,5

На основе данных, приведенных в таблице, с помощью табличного процессора Microsoft Excel построены производственные функции

$$y = f_1(x_1, x_2, \dots, x_5) = 0,72x_1 + 0,42x_2 + 0,66x_3 + 132,3x_4 + 4,69x_5 + 0,21,$$

$$z = f_2(x_1, x_2, \dots, x_5) = 1,22x_1 + 0,797x_2 + 5,18x_3 - 3,28x_4 - 3,78x_5 + 0,02,$$

где  $x_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , удовлетворяют ограничениям

$$\begin{aligned} 0,458 \leq x_1 \leq 3300, \quad 0,002 \leq x_2 \leq 50, \quad 0,006 \leq x_3 \leq 55, \\ 0,00002 \leq x_4 \leq 110, \quad 0,007 \leq x_5 \leq 15. \end{aligned} \quad (1)$$

Математические модели планирования производства хлеба «Пшеничный» и булки «Городская» (за один производственный цикл) будут иметь следующий вид соответственно:

$$25(0,72x_1 + 0,42x_2 + 0,66x_3 + 132,3x_4 + 4,69x_5 + 0,21) - (12,45x_1 + 17,75x_2 + 3,3x_3$$

$$\begin{aligned}
& +25, 1x_4 + 17, 5x_5) = 5, 55x_1 - 7, 25x_2 + 13, 2x_3 + 3282, 4x_4 + 99, 75x_5 + 5, 25 \rightarrow \max, \\
& 25, 45(1, 22x_1 + 0, 797x_2 + 5, 18x_3 - 3, 28x_4 - 3, 78x_5 + 0, 002) - (12, 45x_1 + 17, 75x_2 + 3, 3x_3 \\
& + 25, 1x_4 + 17, 5x_5) = 18, 6x_1 + 2, 53x_2 + 128, 5x_3 - 108, 6x_4 - 113, 7x_5 + 0, 05 \rightarrow \max,
\end{aligned}$$

при ограничениях (1).

Имеем двухкритериальную задачу планирования производства. Методом свертки критериев ее можно свести к однокритериальной задаче

$$\begin{aligned}
& 0, 6(5, 55x_1 - 7, 25x_2 + 13, 2x_3 + 3282, 4x_4 + 99, 75x_5 + 5, 25) \\
& + 0, 4(18, 6x_1 + 2, 53x_2 + 128, 5x_3 - 108, 6x_4 - 113, 7x_5 + 0, 05) \\
& = 10, 77x_1 - 3, 3x_2 + 59, 3x_3 + 1926x_4 + 14, 37x_5 + 3, 17 \rightarrow \max. \quad (2)
\end{aligned}$$

Решение задачи линейного программирования (1)–(2) имеет вид  $x_1 = 3300$  кг,  $x_2 = 0,002$  кг,  $x_3 = 55$  кг,  $x_4 = 110$  кг,  $x_5 = 15$  кг.

Из (2) следует, что максимальная прибыль, которую может получить фирма, составляет 250881 руб.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов Н. Н. Курс математической экономики. М.: Высшая школа, 2006.