

МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ В ЗАДАННЫЙ СРОК

Дорофеев Д. В.¹

(Воронежский государственный технический
университет, Воронеж)

Рассмотрена задача оптимального распределения исполнителей между работами в условиях временных и ресурсных ограничений на каждую работу. Постановка задачи предполагала так распределить исполнителей между работами, чтобы минимизировать трудовые затраты на выполнение всего комплекса работ. Были применены методы нелинейного математического программирования, где целевой функцией служил критерий минимальности общего времени выполнения всех работ. В качестве ограничений были использованы условия на заданное минимальное время выполнения каждой работы, а также ограниченное количество исполнителей. Также учитывалось условие целочисленности количества произведенного продукта. Приведена математическая модель задачи, а также рекомендации по ее численному решению в среде MS Excel. Данная модель была апробирована в деятельности производственной организации ООО «Придонхимстрой Известь», которая производит негашеную, гашеную и гидравлическую извести, занимается добычей и обработкой известняка и гипсового камня, разработкой гравийных и песчаных карьеров, добычей глины и каолина, а также связанными с производством извести другими работами. Апробация показала высокую экономическую эффективность от применения математической модели распределения персонала, необходимого на планируемые работы.

Ключевые слова: математическое программирование, оптимизация, распределение работников, планирование производства, управление персоналом.

1. Введение

В настоящее время управление и планирование являются, наверное, самыми важными задачами менеджмента предприятий для организаций любого профиля. Для принятия обоснованного решения необходимо иметь и обработать большое количество информации, определяемое иногда большим числом

¹ Дмитрий Валерьевич Дорофеев, аспирант (elena-h@mail.ru).

как внешних, так и внутренних факторов. Принятие ответственных решений, как правило, связано с серьезными расчетами, оценками и учетом множества параметров. При принятии оптимальных и обоснованных решений необходимо из всех возможных альтернатив выбрать наиболее экономичную, которая наилучшим образом соответствует поставленной задаче, но при этом обязательно учитывать все ограничения, которые обязательно возникают при ведении хозяйственной деятельности, и при выборе решений не выходить за их рамки [4].

Появление цифровой вычислительной техники создало огромные возможности для развития методов поддержки принятия решений, что привело к совершенствованию методов планирования и управления производством. В данной работе приведем математическую модель, позволяющую оптимально перераспределять работников некоторого предприятия между выполняемыми работами и в рамках имеющихся ограничений и основанную на методах нелинейного математического программирования [2], а также опишем методику численного решения задачи в среде MS Excel.

2. Математическая модель задачи

Рассмотрим ситуацию, когда на некоторое производство поступил заказ на изготовление определенного количества продукции каждого вида за определенный срок.

Введем следующие обозначения: N – количество видов продукции, которые необходимо одновременно произвести на предприятии в заданные, но возможны разные сроки; C_i – план выпуска i -го изделия, $i = 1, 2, \dots, N$; M – количество исполнителей (рабочих), которые обеспечивают выпуск продукции каждого вида, при этом предполагается, что каждый рабочий может быть задействован на выпуске каждого вида продукции; x_i – количество исполнителей, назначенных на производство i -й продукции; W_i – трудоемкость изготовления единицы продукции каждого вида; T – время, за которое необходимо выполнить все работы по каждому изделию, если время выполнения разных

изделий разное, то максимальное время их выполнения обозначим как T_i .

Требуется определить такое количество сотрудников, распределенных на i -й вид продукции, чтобы суммарное время производства продукции было минимальным, при этом время выполнения работ по каждому изделию не должно превышать T или T_i .

Общее время выполнения заказа для i -го продукта равно $\frac{C_i \cdot W_i}{x_i}$ и должно минимизироваться. В рамках заданных значений получаем целевую функцию вида:

$$(1) \quad \sum_{i=1}^N \frac{C_i \cdot W_i}{x_i} \rightarrow \min.$$

Учитывая (1) и указанные ранее ограничения, получаем оптимизационную задачу следующего вида:

$$(2) \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^N \frac{C_i \cdot W_i}{x_i} \rightarrow \min, \\ \frac{C_i \cdot W_i}{x_i} \leq T_i, \quad i = 1, 2, \dots, N, \\ \sum_{i=1}^N x_i \leq M, \\ x_i \geq 0; \quad x_i - \text{целое.} \end{cases}$$

Условие целочисленности переменных необходимо применять, если производство производит натуральную продукцию. Точное и быстрое решение представленной задачи (2) возможно при помощи программного продукта MS Excel с использованием надстройки «Поиск решений» [1].

3. Апробация модели

Данная модель была апробирована на основе Воронежской компании ООО «Придонхимстрой Известь». Основным видом деятельности ООО «Придонхимстрой Известь» является произ-

водство негашеной, гашеной и гидравлической извести, зарегистрировано 15 дополнительных видов деятельности, таких как: добыча и первичная обработка известняка и гипсового камня, разработка гравийных и песчаных карьеров, добыча глины и каолина, сбор опасных отходов и другие.

Для этого решалась задача выполнения заказа на изготовление определенного количества продукции каждого вида за определенный срок. Согласно поступившим заказам, требуется производство негашеной гранулированной извести в количестве 23 т, производство негашеной молотой извести – в количестве 32 т, гашеной извести – 44 тонн, гипсового вяжущего – 35 т и дезолака в количестве 166 т [3].

Необходимо определить такое количество сотрудников, назначенных на производство каждого вида продукта, чтобы суммарное время изготовления всех заказов было минимальным, при этом время выполнения работ по каждому продукту не должно превышать 42 ч, а общее количество рабочих – 332 человека.

Открываем лист Excel и вводим данные в диапазон ячеек A1:G7. Под переменные, в которых будет отображаться оптимальное количество рабочих, распределенных на производство каждого вида продукта, выделяем область B4–F4. Для отображения времени, затрачиваемого на производство каждого заказа, выделяем область B7–G7, при этом ячейка G7 будет содержать минимальное время выполнения всех заказов.

Задаем имеющиеся ограничения в диалоговое окно команды «Поиск решений» и получаем решение задачи, которое изображено на рис. 1.

Таким образом, выяснили, что для выполнения полученных заказов ООО «Придонхимстрой Известь» необходимо назначить на производство негашеной гранулированной извести 52 рабочих, на производство негашеной молотой извести – 66 рабочих, на производство гидравлической извести – 90 рабочих, гипсового вяжущего – 61, а дезолака – 63 рабочих, при этом будет достигнуто минимальное суммарное время изготовления всех заказов – 191 час, а также выполнено условие,

согласно которому время работ по каждому продукту не превышает 42 часов.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | Общее количество сотрудников | | | | 332 | | |
| 2 | Максимальное время на заказ, ч | | | | 42 | | |
| 3 | Изделие | A | B | C | D | E | Всего |
| 4 | Количество рабочих, шт | 52 | 66 | 90 | 61 | 63 | 332 |
| 5 | Трудоемкость, ч | 75 | 83 | 85 | 72 | 69 | 384 |
| 6 | План выпуска, т | 23 | 32 | 44 | 32 | 35 | 166 |
| 7 | Время выполнения | 33,17308 | 40,24242 | 41,55556 | 37,77049 | 38,33333 | 191,0749 |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |

Рис. 1. Результат решения задачи в Excel

Литература

1. БАРКАЛОВ С.А., МОИСЕЕВ С.И., ПОРЯДИНА В.Л. *Математические методы и модели в управлении и их реализация в MS Excel.* – Воронеж: Воронежский ГАСУ, 2015. – 265 с.
2. ИВАНОВ Ю.П., ЛОТОВ А.В. *Математические модели в экономике.* – М.: Наука, 2015. – 453 с.
3. МОНАСТЫРЕВ А.В. *Производство извести.* – М.: Высшая школа, 2017. – 543 с.
4. ПРОСВЕТОВ Г.И. *Управленческие решения: задачи и решения.* – М.: Библиограф., 2019. – 171 с.

MODEL OF THE OPTIMAL DISTRIBUTION OF PERSONNEL FOR PERFORMANCE OF WORKS IN A SPECIFIED TIME

Dmitry Dorofeev, Voronezh State Technical University, Voronezh, postgraduate student.

Abstract: This paper considers the problem of the optimal distribution of performers between jobs under the conditions of time and resource constraints for each job. The statement of the problem was supposed to distribute the performers between the jobs in such a way as to minimize labor costs for the entire complex of works. Methods of nonlinear mathematical programming were applied, where the criterion for the minimality of the total time of execution of all works served as the objective function. As constraints, we used the conditions for a given minimum time to complete each job, as well as a limited number of performers. The condition of the integer number of the produced product was also taken into account. A mathematical model of the problem is presented, as well as recommendations for its numerical solution in MS Excel. This model was tested in the activities of the production organization LLC "Pridonkhimstroy Izvest", which produces quicklime, slaked and hydraulic lime, mining and processing of limestone and gypsum stone, the development of gravel and sand pits, the extraction of clay and kaolin, as well as associated with lime production by other work. The approbation has shown high economic efficiency from the application of a mathematical model for the distribution of personnel required for the planned work.

Keywords: mathematical programming, optimization, distribution of workers, production planning, personnel management.

УДК 519.85,
ББК 22.185.4