

УДК 338.984

МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ КОЛИЧЕСТВЕ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И СЫРЬЯ

Орлова Е.А., Ситникова О.Д.

Донецкий национальный технический университет, Украина,
yek.orlova@gmail.com

Предложена оптимизационная модель планирования производственной программы. Предоставлена информация об источниках получения данных для расчета предлагаемой модели. Обозначены основные методы решения задач линейного программирования, к классу которых относится представленная модель.

Введение

Планирование – это оптимальное распределение ресурсов для достижения поставленной цели [1]. Это очень важный процесс в любой деятельности. Человек так устроен, что достигает максимальной эффективности лишь распланировав свой рабочий день, отпуск, жизнь. Также и в производственной деятельности, о которой пойдет речь в данной статье.

Целью данной работы является построение экономико-математической модели оптимального объема производства на год. Главной задачей является: составление оптимизационной модели, при помощи которой можно просчитать оптимальный годовой план производства для любой отрасли производства.

Актуальность затронутой проблемы очевидна. Любое предприятие стремится минимизировать свои затраты, а также оптимизировать выпуск продукции таким образом, чтобы удовлетворить спрос потребителей, но в то же время не производить слишком много, ведь в таком случае возникнут затраты на хранение готовой продукции. Далее будет представлена модель для поиска оптимального объема производства.

1 Постановка задачи

На предприятии производится n видов продукции. Для ее производства используется r видов работ, z видов сырья и m видов энергоресурсов. Имеется заказ на производимую продукцию.

Основная задача состоит в том, чтобы удовлетворить спрос заказчиков и произвести дополнительно продукцию на продажу, учтя при этом потребности рынка и производственные мощности предприятия. Также нужно учесть, что запасы сырья ограничены, т.к. закупка осуществляется в начале производственного периода. Энергоресурсы лимитированы, за границы плана выходить крайне нежелательно, т.к. перерасход ресурсов влечет за собой увеличение стоимости за единицу.

Необходимо определить плановый объем выпуска продукции каждого вида.

2 Обозначения

n – количество видов продукции, производимой на предприятии;

r – количество видов работ, применяемые при производстве продукции каждого типа;

m – количество видов энергоресурсов, затрачиваемых при производственной деятельности;

z – количество видов сырья, из которого выпускается продукция;

O_i (order) – объем заказа i -го вида продукции, ед.;

T_{ij} (time) – время на производство i -го вида продукции при l -том виде работы, н/ч;

MP_l (maximum power) – максимальная продолжительность l -того вида работ (с учетом количества рабочих, оборудования, продолжительности рабочего дня), н/ч;

E_{ij} (energy source) – затраты j -го вида энергоресурса на производство i -го вида продукции, ед.;

ME_j (maximum energy source) – лимит расхода j -го вида энергоресурса, ед.;
 R_{ik} (raw material) – затраты k -го вида сырья на производство i -го вида продукции, ед.;
 MR_k (maximum raw material) – плановый расход k -го вида сырья, ед.;
 MN_i (market needs) – потребности рынка в i -м виде продукции, ед.;
 C_i (cost) – себестоимость i -го вида продукции, ден. ед.;
 P_i (price) – цена i -го вида продукции, ден. ед.

3 Неизвестные

X_i – объем производства i -го вида продукции, ед., $i=1..n$

4 Ограничения

Ограничения данной модели накладываются по нескольким параметрам.

1) По неизвестным: объем производства не может быть меньше, чем объем заказа

$$X_i \geq O_i, i = 1..n$$

2) По мощности: время на производство всего объема продукции, которую планируется выпустить, не должно превышать общее максимальное время выполнения каждого из видов работ

$$\sum_{i=1}^n X_i * T_{il} \leq MP_l, l = 1..p$$

3) По энергоресурсам: суммарные затраты энергоресурсов на производство всего объема продукции, которую планируется выпустить, не должны превышать лимит расхода по каждому виду ресурса

$$\sum_{i=1}^n X_i * E_{ij} \leq ME_j, j = 1..m$$

4) По сырью: затраты сырья на производство всего объема продукции, которую планируется выпустить, не должны превышать плановые показатели

$$\sum_{i=1}^n X_i * R_{ik} \leq MR_k, k = 1..z$$

5) По потребностям рынка: объем произведенной продукции по каждому виду не должен превышать потребности рынка в данном виде продукции

$$X_i \leq MN_i, i = 1..n$$

5 Функция цели

Необходимо получить максимальный доход при всех вышеуказанных ограничениях.

$$F = \sum_{i=1}^n X_i * (P_i - C_i) \rightarrow \max$$

Получили задачу линейного программирования с n неизвестными и $(2n+p+m+z)$ ограничениями.

6 Пример применения

На некотором предприятии производится 4 вида продукции. Для их производства используется 5 видов работ и 4 вида энергоресурсов, в их состав входит 3 вида сырья.

Данные по заказам берутся из соответствующих актов. Для нашей задачи возьмём такие данные (табл.1)

Распределение времени по работам на производство продукции происходит так, как представлено в табл. 2.

Эти данные определяются из технологической документации, представлены в колонке трудоемкости.

Таблица 1. Объем заказа по видам продукции

Вид продукции	1	2	3	4
Объем заказа, ед.	40	55	20	35

Таблица 2. Затраты времени по видам работ

Вид продукции	Тип работы				
	1	2	3	4	5
1	7	2	4	1	3
2	4	5	3	2	8
3	3	3	4	1	8
4	5	8	2	7	2
Лимит	1200	1000	1050	900	1150

Затраты по энергоресурсам и сырью также представлены в технологической документации.

Таблица 3. Затраты энергоресурсов по видам продукции

Вид продукции	Тип энергоресурса			
	1	2	3	4
1	3	4	2	3
2	4	2	2	3
3	3	3	2	4
4	4	4	2	1
Лимит	1150	1000	1020	1050

Таблица 4. Затраты сырья по видам продукции

Вид продукции	Тип сырья		
	1	2	3
1	5	5	2
2	2	4	5
3	5	1	3
4	3	5	2
Лимит	1200	1100	1150

Чтобы определить потребности рынка, и необходимы статистические данные. Для этого можно обратиться к центру статистики и взять данные по продажам товаров на сбытовом рынке. Как альтернатива, могут быть проведены аналитические исследования рынка. Также необходимо здраво оценить долю рынка, которую занимает предприятие на данный момент и какую может занять, не прибегая к противозаконным методам конкуренции. Прогнозные данные по потребностям рынка для рассматриваемого предприятия представлены в табл. 5.

Себестоимость и цена продукции представлена в документах по расчету себестоимости (табл. 6).

При таких данных модель примет следующий вид.

Неизвестные:

X_1 – объем производства 1-го вида продукции, ед.;

Таблица 5. Потребности рынка по видам продукции

Вид продукции	1	2	3	4
Потребности рынка, ед.	70	95	35	45

Таблица 6. Цена и себестоимость по видам продукции

Вид продукции	1	2	3	4
Цена, ден. ед.	12	20	18	24
Себестоимость, ден. ед.	10	15	14	20

X_2 – объем производства 2-го вида продукции, ед.;

X_3 – объем производства 3-го вида продукции, ед.;

X_4 – объем производства 4-го вида продукции, ед.

Ограничения:

1) По неизвестным:

$$X_1 \geq 40; \quad X_2 \geq 55; \quad X_3 \geq 20; \quad X_4 \geq 35.$$

2) По мощности:

$$7X_1 + 4X_2 + 3X_3 + 5X_4 \leq 1200;$$

$$2X_1 + 5X_2 + 3X_3 + 8X_4 \leq 1000;$$

$$4X_1 + 3X_2 + 4X_3 + 2X_4 \leq 1050;$$

$$X_1 + 2X_2 + X_3 + 7X_4 \leq 900;$$

$$3X_1 + 8X_2 + 8X_3 + 2X_4 \leq 1150.$$

3) По энергоресурсам:

$$3X_1 + 4X_2 + 3X_3 + 4X_4 \leq 1150;$$

$$4X_1 + 2X_2 + 3X_3 + 4X_4 \leq 1000;$$

$$2X_1 + 2X_2 + 2X_3 + 2X_4 \leq 1020;$$

$$3X_1 + 3X_2 + 4X_3 + X_4 \leq 1050.$$

4) По сырью:

$$5X_1 + 2X_2 + 5X_3 + 3X_4 \leq 1200;$$

$$5X_1 + 4X_2 + X_3 + 5X_4 \leq 1100;$$

$$2X_1 + 5X_2 + 3X_3 + 2X_4 \leq 1150.$$

5) По потребностям рынка:

$$X_1 \leq 70; \quad X_2 \leq 95; \quad X_3 \leq 35; \quad X_4 \leq 45.$$

Функция цели:

$$F = X_1 \cdot (12 - 10) + X_2 \cdot (20 - 15) + X_3 \cdot (18 - 14) + X_4 \cdot (24 - 20) \rightarrow \max$$

В итоге получаем оптимальную программу выпуска: 70, 86, 20 и 45 единиц продукции видов 1, 2, 3 и 4 соответственно, что обеспечит прибыль в 830 ден. ед.

7 Методы решения

Существует множество методов решения задач линейного программирования. Среди наиболее распространенных «ручных» способов такие, как простой перебор, направленный перебор, симплекс метод [2]. Однако к данной модели такие способы решения неприменимы ввиду ее сложности и большого объема переменных и ограничений. При компьютерном решении наиболее часто пользуются программой «What's best!» либо надстройкой «Поиск решения» в Excel [3].

Выводы

Разработанная модель помогает в принятии решений о производственном планировании. Очень важным является точный подбор данных и трезвый расчет таких параметров, как потребности рынка.

Литература

- [1] Планирование. Материал из Википедии – свободной энциклопедии. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Планирование>
- [2] Орлов А.И. Основы теории принятия решений. – уч. пособие. – Москва, 2002. Режим доступа: <http://www.aup.ru/books/m156/5.htm>
- [3] Введение в оптимизацию с помощью надстройки «Поиск решения». Режим доступа: <http://office.microsoft.com/ru-ru/excel-help/HA001124595.aspx>