

УДК 338

Захаров В.Н.

Московский государственный областной университет

Судариков Г.В.

Московская академия рынка труда и информационных технологий

ИНСТРУМЕНТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА

V. Zakharov

Moscow State Regional University

G. Sudarikov

Moscow Academy of Labour Market and Information Technology

PRODUCTION PLANNING TOOLS

Аннотация. В статье рассматривается математическая модель и средства решения задачи выбора оптимального плана производства радиотехнических изделий при условии линейных ограничений на запас комплектующих и на объем выпуска изделий. Используются электронные таблицы MS Excel, программа «Поиск решения», а также программы, написанные на VBA: VEKTOR1 (задание начального вектора), PR-MAX (вычисление и контроль запасов плана «максимум»), PR-MIN (вычисление и контроль запасов плана «минимум»). Решен конкретный пример. Разработанное обеспечение может быть использовано в качестве инструмента для анализа производственных планов.

Ключевые слова: функция цели, VBA, система ограничений, запасы, планы «минимум» и «максимум», начальный вектор.

Abstract. The article is concerned with a mathematical model and means of choosing the optimal plan of manufacturing radio engineering products under condition of linear restrictions on accessories storing and the volume of released products. MS Excel electronic spreadsheets, the program «Decision search» and also the programs written on VBA are used: VEKTOR1 (setting initial vector), PR-MAX (calculating and controlling of «maximum» plan storage), PR-MIN (calculating and controlling «minimum» plan storage). The specific task is solved. The developed support can be used as a tool for production planning.

Key words: the objective function, VBA, the system of constraints, inventories, «minimum» and «maximum» plans, initial vector.

Сборка из комплектующих таких изделий, как системные блоки компьютеров, системы автосигнализации и др. производится из микросхем, блоков, плат, разъемов и отдельных деталей. Общее количество комплектующих для сборки одного изделия при этом относительно невелико, и расчеты по выбору оптимального плана производства могут производиться на персональных компьютерах по математическим моделям [1; 2]. Для таких расчетов удобно использовать электронные таблицы MS Excel и программы, специально написанные для этих целей на VBA [3]. Электронные таблицы [4; 5] используются для ввода, вывода и промежуточного хранения данных, а также для применения небольшого набора готовых программ в составе электронной таблицы (например, «Поиск решения»). Специальные программы, не входящие в состав, но необходимые для расчетов, разрабатываются отдельно и

размещаются в окнах среды VBA [3], открываемых с этой целью в MS Excel.

Рассмотрим практический пример выбора оптимального плана производства «радиотехнических изделий». Предприятие готово производить четыре типа изделий: A_j , где $j=1, 2, \dots, 4$. По каждому типу изделий, с учетом условий спроса и в соответствии с заключенными договорами предприятие за определенный период времени T должно изготовить не менее чем $A_{j\min}$ (план минимум), но и не более чем $A_{j\max}$ (план максимум) изделий. Реально будут изготовлены изделия X_j , $j=1, 2, \dots, 4$, при условии:

$$A_{j\min} < X_j < A_{j\max}, \text{ где } j=1, 2, \dots, 4.$$

При изготовлении 4-х типов изделий используется 6 видов основных комплектующих: B_i , где $i=1, 2, \dots, 6$. Для изготовления разных типов изделий требуется различное количество комплектующих, в таблице 1 представлены количества B_{ij} комплектующих, необходимых для изготовления изделий A_j , $j=1, 2, \dots, 4$. На каждое j -ое изделие требуются одновременно комплектующие, указанные во всем j -ом столбце, т. е. B_{ij} , где $i=1, 2, \dots, 6$. В правом столбце табл. 1 («запас на период T ») указаны количества C_i , $i=1, 2, \dots, 6$ каждого вида комплектующих, которые разрешается использовать в период времени T для производства всех изделий в соответствии с оптимальным планом.

Таблица 1

Расход комплектующих на разные типы изделий

тип комплект.	изделие A1	изделие A2	изделие A3	изделие A4	запас на период T
	j=1	j=2	j=3	j=4	
B1, i=1	5	6	8	7	6800
B2, i=2	9	4	7	5	8900
B3, i=3	8	8	5	7	10000
B4, i=4	7	2	8	9	8000
B5, i=5	4	8	9	5	9000
B6, i=6	6	8	10	8	10000

Оптимальные значения количества произведенных изделий каждого типа обозначим: X_1, X_2, X_3, X_4 . Причем по каждому виду комплектующих расход на все изделия не должен превышать запаса, т. е.:

$$X_1 \cdot B_{i1} + X_2 \cdot B_{i2} + X_3 \cdot B_{i3} + X_4 \cdot B_{i4} \leq C_i, \text{ где } i=1, 2, \dots, 6.$$

Минимальный и максимальный выпуски изделий (планы минимум и максимум), а

также прибыль от реализации изделий каждого типа показаны в табл. 2. Используя значения прибыли от реализации изделий (см. последнюю строку табл. 2), запишем функцию цели в виде:

$$F_{\text{цели}} = 1000 \cdot X_1 + 800 \cdot X_2 + 2000 \cdot X_3 + 1500 \cdot X_4,$$

где функция цели должна принимать максимальное возможное значение (обеспечивать максимальную прибыль), т. е. : $F_{\text{цели}} \rightarrow \max$.

Таблица 2

Планы «минимум», «максимум» и прибыли

План/изделие	A1	A2	A3	A4
план мин, шт.	80	120	160	200
план макс,шт.	160	240	320	400
прибыль от реализации, руб/шт.	1000	800	2000	1500

В результате, с учетом планов «минимум», «максимум» и ограничений на запасы комплектующих для целых и неотрицательных значений X_j математическая постановка задачи производства изделий с максимальной прибылью от реализации имеет вид:

$$X_1 \cdot B_{i1} + X_2 \cdot B_{i2} + X_3 \cdot B_{i3} + X_4 \cdot B_{i4} \leq C_i, \text{ где} \\ i=1, 2, \dots, 6$$

$$A_{j\min} < X_j < A_{j\max}, \text{ где } j=1, 2, \dots, 4$$

$$X_j = \text{целое}, j=1, 2, \dots, 4$$

$$X_j \geq 0, j=1, 2, \dots, 4$$

$$F_{\text{цели}} = 1000 \cdot X_1 + 800 \cdot X_2 + 2000 \cdot X_3 + 1500 \cdot X_4 \\ \rightarrow \max.$$

Для решения задачи в такой постановке были написаны программы на VBA: VEKTOR1 (задание начального вектора), PR-MAX (вычисление и контроль запасов плана «максимум»), PR-MIN (вычисление и контроль за-

пасов плана «минимум»). Также использована программа «Поиск решения» от MS Excel. До начала расчета рассмотренные выше данные и формулы расчета целевой функции занесены в электронную таблицу MS Excel, фрагмент которой показан в табл. 3. В указанном фрагменте электронной таблицы размещены исходные данные и выполнены расчеты по формулам, моделирующим целевую функцию и систему налагаемых ограничений. В блоке ячеек (C9:F11) занесены данные из табл. 1. В блоке ячеек (C11:G13) занесены данные из табл. 2. В ячейках (C12:F12) введен начальный единичный вектор для поиска значений X_j , $j=1, 2, \dots, 4$. В ячейках (C13:G13) записаны составные фрагменты целевой функции в следующем порядке: C13: =C11*C12; D13: =D11*D11; E13: =E11*E12; F13: =F11*F12; G13: =Сумм(C13:F13).

Таблица 3

Фрагмент электронной таблицы до начала расчета

Ячейки	A	C	D	E	F	G
1	комплект.	издел А1	издел А2	издел А3	издел А4	Запас
2	(значение)	j=1	j=2	j=3	j=4	-
3	B1, i=1	5	6	8	7	6800
4	B2, i=2	9	4	7	5	8900
5	B3, i=3	8	8	5	7	10000
6	B4, i=4	7	2	8	9	8000
7	B5, i=5	4	8	9	5	9000
8	B6, i=6	6	8	10	8	10000
9	план мин	80	120	160	200	-
10	план макс	160	240	320	400	-
11	прибыль	1000	800	2000	1500	-
12	нач.вектор	1	1	1	1	-
13	цел. функция	1000	800	2000	1500	5300
14	ограничения:	-	-	-	-	-
15	«	5	6	8	7	26
16	«	9	4	7	5	25
17	«	8	8	5	7	28
18	«	7	2	8	9	26
19	«	4	8	9	5	26
20	«	6	8	10	8	32

Таким образом, в ячейке G13 записана результирующая формула (и по ней выполнен предварительный расчет для начального вектора) для целевой функции. В ячейке C15 записана формула C15: =C3*C\$12, которая затем скопирована на ячейки блока (C15: F20). В ячейку G15 записана формула G15: = Сумм(C15:F15), которая затем скопирована на ячейки блока (G15:G20). Таким образом, в ячейках блока (C15: F20) записаны составные фрагменты расчета количества комплектующих, необходимых для изготовления изделий типов A1, A2, ..., A4. В ячейках блока

(G15:G20) записаны формулы расчета комплектующих каждого вида для набора изделий, указанных в ячейках начального вектора.

Заполнение ячеек начального вектора производится по программе VBA с названием ВЕКТОР1. Проверка достаточности и корректности данных по запасам по плану максимума и плану минимума производится по программам и PR-MAX и PR-MIN. Затем выполняется расчет по программе «Поиск решения» и появляется результат в ячейках начального вектора и целевой функции в виде:

нач. вектор	144	120	320	400	-
-	целевая функция:	-	-	-	-
-	144000	96000	640000	600000	1480000

Откуда следует, что планируется произвести 144, 120, 320, 400 изделий соответствующих типов, а целевая функция равна 1480000 руб.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бабешко Л.О. Основы эконометрического моделирования: учебное пособие. – М.: КомКнига, 2006. – 432с.

2. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Исследование операций в экономике. – М.: Юнити-Дана, 2007. – 408 с.
 3. Лукин С.Н. Visual Basic.– М.:Диалог-МИФИ, 2009.– 448 с.
 4. Рукин М.Д. Информатизация менеджмента: учебник / М.Д. Рукин, М.С. Клыков, Э.С. Спиридонов.– М.: ЛКИ, 2008.– 452 с.
 5. Microsoft Office 2007: справочник / под ред. Ю. Колесникова.– СПб.: Питер, 2009.– 464 с.