МОДЕЛЬ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТОВАРНОЙ СТРАТЕГИИ И ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

В.Г. Анисимов[1], Е.Г. Анисимов[2], М.Р. Гапов[3], Т.Н. Сауренко[4]

[1] Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
ул. Политехническая, 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251
[2] Российская таможенная академия
Комсомольский просп., 4, Люберцы, Россия, 140009
[3] ЗАО «Центр поддержки малого бизнеса»
ул. Лизы Чайкиной, 6, помещение 1, Москва, Россия, 125315
[4] Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, Россия, 117198

В работе рассматривается оптимизационная модель планирования объемов и ассортимента производимой предприятием продукции. В настоящее время планирование осуществляется на основе моделей с линейной целевой функцией, что не позволяет учитывать действие экономического закона убывания предельной полезности и ведет к существенным погрешностям в условиях насыщения рынка сбыта продукции. Особенность предложенной модели состоит в нелинейном характере целевой функции. Ее нелинейность в отличие от известных моделей позволяет учитывать при формировании товарной стратегии и производственной программы предприятия убывание предельной полезности. Модель предназначена для использования в автоматизированных системах управления предприятиями в интересах поддержки принятия решений при формировании перспективной товарной стратегии и производственной программы в условиях насыщения рынка сбыта продукции.

Ключевые слова: товарная стратегия, производственная программа предприятия, убывающая полезность, поддержка принятия решений, модель

Введение

Вне зависимости от особенностей конкретных предприятий установление целесообразных ассортимента и объемов производимой продукции является важнейшей задачей обоснования товарных стратегий и производственных программ. При существенном ассортименте и больших объемах производимой продукции эффективным инструментом решения этой задачи является математическое моделирование [1—21]. В подавляющем большинстве экономических информационно-управляющих систем используются различные варианты моделей линейного программирования либо дискретного программирования с целевой функцией линейного вида [2; 9—13; 17; 19—21]. Такие модели позволяют адекватно описать процессы производства и потребления продукции в условиях, когда рынок сбыта продукции далек от насыщения. В то же время практика управления предприятиями объективно нуждается в моделях, позволяющих учитывать тот факт, что по мере увеличения объемов производства вследствие действия экономического закона убывающей предельной полезности рынок насыщается и линейный характер функции полезности, отражающей цели производства нарушается [1; 4; 8—11; 14]. В этих условиях применение указанных традиционных моделей для поддержки принятия решений при формировании перспективной товарной стратегии и производственной программы предприятия может приводить к существенным погрешностям [1; 8; 14] и не позволяет эффективно реализовывать его производственные возможности. Построение модели, учитывающей указанные обстоятельства, составляет цель настоящей статьи.

В настоящей работе предложены модель и алгоритм решения задачи планирования оптимальных объемов и ассортимента производимой предприятием продукции с нелинейной целевой функцией. Она в отличие от известных моделей обеспечивает при планировании адекватный учет действия закона убывающей предельной полезности и позволяет более эффективно реализовать производственные возможности предприятия, особенно в характерных для современной организации производства и реализации продукции условиях насыщения рынка.

Описание модели

Рассматриваемую задачу установления целесообразных ассортимента и объемов производимой предприятием продукции можно формализовать следующим образом.

Задано множество $J = \{1, 2, ... j, ..., N\}$ видов потребностей (спрос). Имеется также множество $I = \{1, 2, ... i, ..., M\}$ типов изделий (ассортимент продукции), способных совместно обеспечить все виды потребностей. Необходимо из множества I допустимых типов изделий выбрать такое подмножество $I^* \subset I$ (оптимальный ассортиментный ряд изделий), которое обеспечит максимальное удовлетворение потребностей при ограниченных затратах на разработку, производство и доведение до потребителей изделий.

Обозначим:

c_i^0 — постоянные затраты на разработку и изделия i-го типа (начальные затраты);

α_{ij} — количество изделий i-го типа, необходимых для обеспечения единицы потребностей j-го вида;

c_i — затраты на производство и доведение до потребителя одного изделия i-го типа;

b_j — величина потребностей j-го вида;

M_0 — количество типов изделий, которые могут быть включены в оптимальный ряд I^*;

R_i — максимально возможное по условиям производства количество изделий i-го типа.

Взаимосвязь между элементами множеств I и J зададим с помощью матрицы применений $\|\beta_{ij}\|$, в которой $\beta_{ij} = 1$, если изделие i-го типа может обеспечивать j-тый вид потребности, и $\beta_{ij} = 0$ — в противном случае. С учетом принятых обозначений, затраты, связанные с обеспечением потребностей j-го вида изделиями i-го типа, определяются соотношением

$$c_{ij} = \begin{cases} \alpha_{ij} c_i b_j, \text{ если } \beta_{ij} = 1; \\ \infty, \text{ если } \beta_{ij} = 0. \end{cases} \tag{1}$$

Управляющие переменные запишем в виде

$$y_i = \begin{cases} 1, \text{если } i\text{-й вид изделий включен в ассортиментный ряд;} \\ \text{т.е. } \sum\limits_{j=1}^{N} \alpha_{ij} \geq 1; \\ 0 \text{ — в противном случае;} \end{cases} \tag{2}$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } i\text{-й тип изделий назначен для удовлетворения потребности;} \\ j\text{-го вида, т.е. } \alpha_{ij} \geq 1; \\ 0 \text{ — в противном случае.} \end{cases} \tag{3}$$

При принятых обозначениях задачу оптимизации объемов и ассортимента производимой предприятием продукции можно формализовать следующим образом.

Определить план

$$a^* = \|a_{ij}\|, \quad a_{ij} = \alpha^*_{ij} x_{ij}, \quad i = 1, 2, ..., M, \quad j = 1, 2, ..., N \tag{4}$$

производства изделий из множества I и их распределение для обеспечения потребностей, описываемых множеством J, для которого

$$W(a^*) = \sum_{j=1}^{N} W(a_j^*) \geq (1-\mu) \max_{\alpha_j} \sum_{j=1}^{N} W_j(a_j), \tag{5}$$

при ограничениях:

$$0 \leq \mu \leq 1; \tag{6}$$

$$\alpha_{ij} = 0, 1, 2, ...; \tag{7}$$

$$\sum_{i=1}^{M} \alpha_{ij} x_{ij} \geq 1, \quad j = 1, 2, ..., N; \tag{8}$$

$$x_{ij} \leq y_i, \quad i = 1, 2, ..., M, \quad j = 1, 2, ..., N; \tag{9}$$

$$\sum_{i=1}^{M} y_i \leq M_0, \quad M_0 \leq M; \tag{10}$$

$$C = \left(\sum_{i=1}^{M} c_i^o y_i + \sum_{i=1}^{M} \sum_{j=1}^{N} c_{ij} x_{ij} \right) \leq C^{\max}; \tag{11}$$

$$\sum_{j=1}^{N} a_{ij} \leq R_i, \quad i = 1, 2, ..., I, \tag{12}$$

где $a_j, j = 1, 2, ..., N$ — j-тый столбец матрицы (4); $W(a)$ — вогнутая неубывающая положительная функция, отражающая полный эффект от применения изделий в соответствии с планом (4); $W(a_j)$ — вогнутая неубывающая положительная функция, отражающая эффект от использования α_j изделий для удовлетворения потребностей j-го вида; μ — допустимое относительное отклонение функции $W(a^*)$ от ее максимально возможного значения; C — стоимость разработки, производства и доведения до потребителей изделий, включенных в ассортиментный ряд; $C^{\max}$ — максимально допустимая стоимость разработки, производства и доведения до потребителей изделий, включенных в ассортиментный ряд.

Условие (5) формализует цель товарной стратегии или производственной программы.

Условие (6) отображает требование к точности решения задачи оптимизации.

Ограничение (7) учитывает неделимость изделий.

Ограничение (8) означает, что все виды потребностей множества J должны быть обеспечены.

Из выражения (9) следует, что для обеспечения потребностей соответствующего вида можно назначать изделия только тех типов, которые вошли в ассортиментный ряд.

Ограничение (10) не позволяет включить в оптимальный ассортиментный ряд I^* более M_0 изделий.

Соотношение (11) накладывает ограничение на стоимость разработки, производства и доведения до потребителей производимой продукции (изделий).

Соотношение (12) учитывает ограниченность производственных возможностей и позволяет включить в план обеспечения изделиями из множества I потребностей, описываемых множеством J, только такое количество изделий i-го вида, которое может быть реально произведено.

В целом же, соотношения (1)—(12) формализуют рассматриваемую задачу в виде нелинейной дискретной модели оптимизации объемов и ассортимента производимой предприятием продукции в условиях детерминированного спроса. Эта модель относится к классу не полиномиально сложных (NP — сложных) задач [2; 3; 5—7]. Эффективные алгоритмы оптимизации для таких моделей могут быть построены только при учете особенностей каждой из них [3]. В частности, отсутствие в настоящее время эффективного алгоритма оптимизации для модели (1)—(12) обусловило необходимость его построения в рамках настоящей статьи.

Описание алгоритма

Для решения задачи (1)—(12) предлагается алгоритм, реализующий процедуру направленного перебора. В основу этой процедуры положена принципиальная схема метода ветвей и границ [5—7; 11]. Построение дерева возможных вариантов осуществляется в соответствии с дихотомической схемой. При этом каждая ветвь дерева вариантов представляет собой множество $S = \{\delta_{ij}\}$ $i = 1, 2, ..., M$, $j = 1, 2, ..., N$ переменных $\delta_{ij} = \{0, 1\}$, таких, что элементы соответствующего S-й ветви фрагмента $a^S = \|a^S_{ij}\|$ плана (4) удовлетворяют условию

$$a_{ij}^{s} = \sum_{\delta_{ij} \in S} \delta_{ij}, \quad i = 1, 2, ..., M, \ \ j = 1, 2, ..., N. \tag{13}$$

В терминах задачи формирования ассортимента изделий переменные δ_{ij}, $i = 1, 2, ..., M$, $j = 1, 2, ..., N$ имеют следующий смысл:

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если на очередном шаге ветвления изделие } i\text{-го типа} \\ & \text{выделяется для удовлетворения потребностей } j\text{-го вида}, \\ 0 & \text{— в противном случае.} \end{cases}$$

Введем обозначения:

G_s — множество переменных δ_{ij}, $i = 1, 2, ..., M$, $j = 1, 2, ..., N$, которые могут быть включены в S-ю ветвь дерева вариантов без нарушения ограничений (8), (9), (10), (11), (12);

$W(a^S)$ — эффект от реализации соответствующего S-й ветви фрагмента α^S плана удовлетворения изделиями потребностей;

$\Delta W(a^S + \delta_{ij})$ — приращение функции $W(a^S)$ при включении в S-ю ветвь дерева вариантов переменной $\delta_{ij} = 1$;

$Q(G_s)$ — оценка верхней границы приращения эффекта при включении в план переменных из множества G_s;

$P_S(\delta_{ij} = 0)$ — оценка верхней границы решения для S-й ветви при включении в нее переменной $\delta_{ij} = 0$;

$P_S(\delta_{ij} = 1)$ — оценка верхней границы решения для S-й ветви при включении в нее переменной $\delta_{ij} = 1$.

С учетом указанных обозначений для оценки верхней границы решения при включении в S-ю ветвь переменных $\delta_{ij} = 0$ и $\delta_{ij} = 1$ можно воспользоваться соотношениями

$$P_S(\delta_{ij} = 0) = W(a^S) + Q(G_S^1), \tag{14}$$

$$P_S(\delta_{ij} = 1) = W(a^S) + \Delta W(a^S + \delta_{ij}) + Q(G_S^1), \tag{15}$$

где G_S^1 — множество переменных δ_{ij}, $i = 1, 2, ..., M$, $j = 1, 2, ..., N$, которые после установления для выбранной на очередном шаге ветвления переменной δ_{ij} значения $\delta_{ij} = 0$, или $\delta_{ij} = 1$ могут быть включены в рассматриваемую ветвь без нарушения ограничений (8), (9), (10), (11), (12). Оно получается путем исключения из G_s выбранной переменной δ_{ij}; $Q(G_S^1)$ — оценка верхней границы приращения эффекта при включении в план переменных из множества G_S^1.

Величина $Q(G_S^1)$ может быть представлена в виде

$$Q\left(G_s^1\right) = \sum_{i=1}^{M} Q_i\left(G_s^1\right), \tag{16}$$

где $Q_i(G_S^1)$ — оценка верхней границы приращения эффекта при включении в план всех переменных i-го типа из множества G_S^1.

Вычисление $Q_i(G_S^1)$, $i = 1, 2, ..., M$, осуществляется на основе следующей процедуры:

1. Положить $\alpha^a = \alpha^S$.
2. Положить $Q_i(G_S^1) = 0$.
3. Проверить выполнение условий (9), (10), (11), (12)

Если хотя бы одно из них не выполняется, то перейти к п. 9. В противном случае — к следующему пункту.

4. Построить матрицу $W^a = \|\Delta W(\alpha^a + \delta_{ij})\|$, $\delta_{ij} \in G_S^1$.
5. Определить максимальный элемент

$\Delta W_i^* = \max\limits_{\delta_{ij}} \left\{\Delta W(a^a + \delta_{ij})\right\}$, $j = 1, 2, ..., N$ и соответствующий ему индекс j^*.

6. Положить $Q_i(G_S^1) = Q_i(G_S^1) + \Delta W_i^*$.
7. Положить $a^a = a^a + \delta_{ij^*}$, где $\delta_{ij^*} = 1$.
8. Перейти к п. 3.
9. Конец.

Описанная процедура позволяет определить верхнюю оценку приращения эффекта при использовании изделий i-го ($i = 1, 2, ..., M$) типа, разработка и применение которых не нарушает ограничения (9), (10), (11), (12) на каждом шаге ветвления.

Действительно, из того, что $W_j(\alpha_j), j = 1, 2, ..., N$ — вогнутые неубывающие положительные функции, следует, что и $W(a^s) = \sum\limits_{j=1}^{N} W_j(a_j^s)$ также вогнутые неубывающие положительные функции, а их приращения $\Delta W(a^s + \delta_{ij})$ являются невозрастающими. Поэтому имеют место соотношения

$$\forall (G_S^* : G_S^* \subseteq G_S^1) \rightarrow Q_i(G_S^1) \geq Q_i(G_S^*), \tag{17}$$

$$Q_i(G_s^1) \leq R_i^s \max_{\delta_{ij} \in G_s^1} \left\{\Delta W(a^s + \delta_{ij})\right\}. \tag{18}$$

Из (16), (17) с учетом (15) следует, что

$$\forall (G_S^* : G_S^* \subseteq G_S^1) \rightarrow W(G_S^1) \geq W(G_S^*), \tag{19}$$

$$Q(G_s^1) \le \sum_{i=1}^{I} R_i^s \max_{\delta_{ij} \in G_s^1} \left\{ \Delta W(\alpha^s + \delta_{ij}) \right\}, \tag{20}$$

где $R_i^s = R_i - \sum_{j=1}^{N} a_{ij}^s$, $i = 1, 2, ..., M$.

Из (19) непосредственно следует, что величина $Q(G_S^1)$, определяемая по формуле (16) на основе рассмотренной процедуры, характеризует верхнюю оценку возможного приращения функции $W(\alpha^S)$ на множестве G_S^1, а соотношения (14), (15) — верхние границы решения для соответствующих продолжений S-й ветви дерева вариантов.

Важным элементом процедуры ветвей и границ, существенно влияющим на ее среднюю сходимость, является способ выбора очередной переменной $\delta_{ij} \in G_S^1$ для включения в S-ю ветвь дерева вариантов на каждом шаге ветвления. В предлагаемом методе для ее выбора используется матрица

$$\Delta W^S = \|\Delta W_{ij}^S\|, \quad i = 1, 2, ..., M, \quad j = 1, 2, ..., N, \tag{21}$$

элементы которой определяются по формуле

$$\Delta W_{ij}^S = \begin{cases} \Delta W(a^s + \delta_{ij}) \text{ при } \delta_{ij} \in G_s^1 \\ 0 \text{ при } \delta_{ij} \notin G_s^1. \end{cases} \tag{22}$$

При этом правило выбора состоит в следующем.

Для каждой из строк матрицы (21) определяются величины

$$\max \Delta W_{ij^*}^S = \max_j \left\{ \Delta W_{ij}^S \right\}$$

$$d_i = \min_r \left\{ \max \Delta W_{ij^*}^S - \Delta W_{ir}^S \right\}, \quad i = 1, 2, ..., M, \quad r = 1, 2, ..., N, \quad r \ne j^*, \tag{23}$$

т.е. определяется максимальный элемент $\max \Delta W_{ij^*}^S$ и разность d_i между ним и ближайшим к нему по величине элементом.

Аналогично и для каждого из столбцов матрицы (21) определяются величины

$$\max \Delta W_{i^*j}^S = \max_i \left\{ \Delta W_{ij}^S \right\}$$

$$b_j = \min_r \left\{ \max \Delta W_{i^*j}^S - \Delta W_{rj}^S \right\}, \quad r = 1, 2, ..., M, \quad j = 1, 2, ..., N, \quad r \ne i^*.$$

Затем выбирают индексы i, j, для которых $d_i = b_j = c$,

где $c = \max \left\{ \max_i [d_i], \ \max_j [b_j] \right\}$, $i = 1, 2, ..., M, j = 1, 2, ..., N$.

Среди максимальных элементов в выделенных таким образом строках (столбцах) выбирают наибольший по величине и соответствующую ему переменную δ_{ij} включают на рассматриваемом шаге ветвления в S-ю ветвь дерева вариантов.

Каждая S-я ветвь дерева вариантов заканчивается, если $G_S^1 = \varnothing$ (т.е., получено допустимое решение) или если

$$P_S(\cdot) \leq W_0(1 - \mu), \tag{24}$$

где W_0 — значение целевой функции для лучшего из ранее полученных допустимых решений (рекорд).

Процедура поиска решения заканчивается, если для всех оставшихся ветвей выполняется условие (24). Последний рекорд W_0 является искомым оптимальным значением целевой функции, а матрица (4), элементы которой определяются по формуле (14) для ветви S_0 дерева, соответствующей рекорду W_0 — оптимальным планом.

При практической реализации метода обход дерева вариантов целесообразно организовывать в соответствии с правилом «иди вправо». Суть правила состоит в том, что при наращивании каждой ветви S из множества G_S^1 допустимых переменных выбираются $\delta_{ij} = 1$. Когда же ветвь заканчивается, то по ней осуществляется возврат до последней в списке $\{\delta_{ij}\} \subset S$ переменной $\delta_{ij} = 1$, ей присваивается значение $\delta_{ij} = 0$ и осуществляется наращивание новой ветви включением в нее переменных $\delta_{ij} = 1$ из множества G_S^1. При таком способе обхода дерева вариантов ситуации установления оптимального решения (выполнению условия (24) для всех оставшихся ветвей) соответствует второй возврат при ветвлении в корневую вершину.

Использование указанного правила обеспечивает анализ всех возможных вариантов плана и исключает повторы при их просмотре, причем для его реализации достаточно хранить в памяти ЭВМ только текущий фрагмент плана, наименьшее из полученных ранее значений W_0 целевой функции и соответствующую этому значению ветвь S_0 дерева вариантов.

Указанное правило обхода дерева вариантов в сочетании с рассмотренным способом выбора переменных на каждом шаге ветвления составляет приближенный алгоритм решения задачи (1)—(12), позволяющий получить первое допустимое решение за конечное число шагов. Получаемая в результате реализации рассмотренной процедуры матрица (5) отражает множество изделий, включаемых в оптимальный ассортиментный ряд I^*:

$$\forall(i : \alpha_{ij} \geq 1) \rightarrow (y_i = 1, i \in I^*) \tag{25}$$

и оптимальный план их применения для обеспечения потребностей, определяемых множеством J.

Заключение

В целом, рассмотренная модель и алгоритм решения задачи оптимизации объемов и ассортимента производимой продукции устраняют существенный недостаток известных моделей, состоящий в предположении о линейности целевой функции. Это предположение не позволяло адекватно оптимизировать объемы и ассортимент производимой продукции в характерных для современной организации производства и реализации продукции условиях насыщения рынка.

Предложенная модель сравнительно просто интегрируется в конкретные экономические информационно-управляющие системы [4; 13; 14; 16; 21], поскольку требования к показателю эффективности и ограничения модели (1)—(12) носят достаточно общий характер, что позволяет формировать на их основе большой спектр конкретных методик обоснования товарных стратегий и производственных программ предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

[1] *Авдеев М.М., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Мартыщенко Л.А., Шатохин Д.В.* Информационно-статистические методы в управлении микроэкономическими системами. Международная академия информатизации. Санкт-Петербург; Тула, 2001.

[2] *Алексеев О.Г., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Применение двойственности для повышения эффективности метода ветвей и границ при решении задачи о ранце // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1985. Т. 25. № 11. С. 1666—1673.

[3] *Алексеев А.О., Алексеев О.Г., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ячкула Н.И.* Применение цепей Маркова к оценке вычислительной сложности симплексного метода // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 1988. № 3. С. 59—63.

[4] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Ботвин Г.А.* Инвестиционный анализ в условиях неопределенности. Санкт-Петербург, 2006.

[5] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Алгоритм ветвей и границ для одного класса задач теории расписаний // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1992. Т. 32. № 12. С. 2000—2005.

[6] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Алгоритм ресурсно-временной оптимизации выполнения комплекса взаимосвязанных работ // Вестник Российской таможенной академии. 2013. № 1. С. 080—087.

[7] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г.* Оптимизационная модель распределения возобновляемых ресурсов при управлении экономическими системами // Вестник Российской таможенной академии. 2007. № 1. С. 49—54.

[8] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Быстров А.Г., Лобас Е.В.* Метод оценивания обоснованности управленческих решений// Вестник Российской таможенной академии. 2008. № 2. С. 103—106.

[9] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Капитоненко В.В.* Экономико-математические методы и модели в мирохозяйственных связях: учебник. М., 2011.

[10] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Кежаев В.А., Свертилов Н.И., Шатохин Д.В.* Методы и модели стандартизации и унификации в управлении развитием военно-технических систем. М.: Военная академия Генерального штаба Вооруженных сил РФ, 2004.

[11] *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Черныш А.Я., Чечеватов А.В.* Оптимизационные модели и методы в управлении инновационными процессами. М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2006.

[12] *Анисифоров А.Б.* и др. Инновационное развитие промышленного кластера: монография. Санкт-Петербург, 2012.

[13] *Бороненко С.Д., Ильяшенко О.Ю., Широкова С.В.* Инструментальные средства поддержки принятия решений для предприятий малого бизнеса // Актуальные проблемы экономики и управления. 2015. № 1 (5). С. 87—92.

[14] *Ведерников Ю.В., Гарькушев А.Ю., Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Сазыкин А.М.* Модели и алгоритмы интеллектуализации автоматизированного управления диверсификацией деятельности промышленного предприятия // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5-6. С. 61—72.

[15] *Изотов А.В., Ростова О.В.* Оценка инвестиционной привлекательности регионов с использованием статистических методов // Современные технологии управления — 2014: сб. материалов международной научной конференции. Киров, 2014. С. 967—978.
[16] *Ильин И.В., Анисифоров А.Б.* Основные аспекты организации информационного сопровождения деятельности кластеров предприятий // Экономика и управление. 2010. № 12. С. 128—131.
[17] *Ильин И.В., Найденышева Е.Г., Оверчук Д.С.* Теоретико-игровые модели согласования интересов в проектах развития социальной инфраструктуры // Экономика и управление. 2014. № 2 (100). С. 63—66.
[18] *Ильин И.В., Ростова О.В., Копосов В.И.* Моделирование и алгоритмизация нейтральных к рыночному риску стратегий // Экономика и управление. 2013. № 1 (87). С. 90—95.
[19] *Маслаков М.Д., Багрецов С.А., Черных А.К.* Об одном подходе к оценке эффективности математических моделей // Проблемы управления рисками в техносфере. 2013. № 3 (27). С. 67—73.
[20] *Найденышева Е.Г.* Математические методы в экономике. Рабочая тетрадь: учеб. пособие. Санкт-Петербург, 2014.
[21] *Широкова С.В.* Управление проектами. Управление проектами внедрения информационных систем для предприятия: учеб. пособие. Санкт-Петербург, 2012.

MODEL OF DECISION SUPPORT THE FORMATION PRODUCT STRATEGY AND PRODUCTION PLAN

V.G. Anisimov[1], E.G. Anisimov[2], M.R. Gapov[3], T.N. Saurenko[4]

[1] Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Polytechnic str., 29, St. Petersburg, Russia, 195251
[2] Russian customs academy
Komsomolsky prosp., 4, Lyubertsy, Russia, 140009
[3] CJSC “Center of small business support”
Str. Of Lizi Chaikinoy, 6, bld. 1, Moscow, Russia, 125315
[4] Peoples’ Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, Russia, 117198

We consider the optimization model of planning the volume and range of products manufactured by the enterprise, taking into account the non-linear nature of the objective function. Currently planning is based on models with linear objective function that does not take into account economic law of decreasing marginal utility and leads to significant errors in terms of the saturation of the market sales. The feature of the proposed model is the nonlinear character of the objective function. The nonlinearity in contrast to the known models are taken into account in development of product strategies and enterprise decreasing marginal utility. The model is designed to support decision making in the formation of commodity strategy and production plan.

Key words: decision support, model, product strategy, the production program

REFERENCES

[1] Avdeev M.M., Anisimov V.G., Anisimov E.G., Martyschenko L.A., Shatokhin D.V. Informatsionno-statisticheskie metody v upravlenii mikroekonomicheskimi sistemami [Information and statistical methods in management of microeconomic systems]. Mezhdunarodnaya akademiya informatizatsii. Sankt-Peterburg; Tula, 2001.

[2] Alekseev O.G., Anisimov V.G. Anisimov E.G. Primenenie dvoystvennosti dlya povysheniya effektivnosti metoda vetvey i granits pri reschenii zadachi o rantse [Use of duality for increase of efficiency of a method of branches and borders in case of the solution of a knapsack problem]. Zhurnal vychislitelnoy matematiki i matematicheskoy fiziki. 1985. T. 25. № 11. S. 1666—1673.

[3] Alekseev A.O., Alekseev O.G., Anisimov V.G., Anisimov E.G., Yachkula N.I. Primenenie tsepey Markova k otsenke vychislitelnoy slozhnosti simpleksnogo metoda [Application of chains of Markov to an assessment of computing complexity of a simplex method]. Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Teoriya i sistemy upravleniya. 1988. № 3. S. 59—63.

[4] Anisimov V.G., Anisimov E.G., Botvin G.A. Investitsionnyy analiz v usloviyakh neopredelennosti [The investment analysis in the conditions of uncertainty]. Sankt-Peterburg, 2006.

[5] Anisimov V.G., Anisimov E.G. Algoritm vetvey i granits dlya odnogo klassa zadach teorii raspisaniy [Algorithm of branches and borders for one class of tasks of the theory of schedules]. Zhurnal vychislitelnoy matematiki i matematicheskoy fiziki. 1992. T. 32. № 12. S. 2000—2005.

[6] Anisimov V.G., Anisimov E.G. Algoritm resursno-vremennoy optimizatsii vypolneniya kompleksa vzaimosvyazannykh rabot [Algorithm of resource and time optimization of accomplishment of a complex of the interconnected works]. Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii. 2013. № 1. S. 080—087.

[7] Anisimov V.G., Anisimov E.G. Optimizatsionnaya model raspredeleniya vozobnovlyaemykh resursov pri upravlenii ekonomicheskimi sistemami [Optimization distribution model of renewable resources in case of management of economic systems]. Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii. 2007. № 1. S. 49—54.

[8] Anisimov V.G., Anisimov E.G., Bystrov A.G., Lobas E.V. Metod otsenivaniya obosnovannosti upravlencheskikh resheniy [Method of estimation of justification of management decisions]. Vestnik Rossiyskoy tamozhennoy akademii. 2008. № 2. S. 103—106.

[9] Anisimov V.G., Anisimov E.G., Kapitonenko V.V. Ekonomiko-matematicheskie metody i modeli v mirokhozyaystvennykh svyazyakh [Economic-mathematical methods and models in world economic communications]: uchebnik. Moskva, 2011.

[10] Anisimov V.G., Anisimov E.G., Kezhaev V.A., Svertilov N.I., Shatokhin D.V. Metody i modeli standartizatsii i unifikatsii v upravlenii razvitiem voenno-tekhnicheskikh sistem [Methods and models of standardization and unification in management of development of military and technical systems]. M.: Voennaya akademiya Generalnogo shtaba Vooruzhennykh Sil Rossiyskoy Federatsii, 2004.

[11] Anisimov V.G., Anisimov Ye.G., Chernysh A.Ya., Chechevatov A.V. Optimizatsionnye modeli i metody v upravlenii innovatsionnymi protsessami [Optimization models and methods in management of innovative processes]. M.: Izd-vo Rossiyskoy tamozhennoy akademii, 2006.

[12] Anisiforov A.B. i dr. Innovatsionnoe razvitie promyshlennogo klastera [Innovative development of an industrial cluster]: monografiya. M-vo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, Sankt-Peterburgskiy gos. politekhnicheskiy un-t. Sankt-Peterburg, 2012.

[13] Boronenko S.D., Ilyashenko O.Yu., Shirokova S.V. Instrumentalnye sredstva podderzhki prinyatiya resheniy dlya predpriyatiy malogo biznesa [Tools of decision support for small businesses]. Aktualnye problemy ekonomiki i upravleniya. 2015. № 1 (5). S. 87—92.

[14] Vedernikov Yu.V., Garkushev A.Yu., Anisimov V.G., Anisimov E.G., Sazykin A.M. Modeli i algoritmy intellektualizatsii avtomatizirovannogo upravleniya diversifikatsiey deyatelnosti promyshlennogo predpriyatiya [Models and algorithms of intellectualization of automated management of diversification of activities of industrial enterprise]. Voprosy oboronnoy tekhniki. Seriya 16: Tekhnicheskie sredstva protivodeystviya terrorizmu. 2014. № 5-6. S. 61—72.

[15] Izotov A.V., Rostova O.V. Otsenka investitsionnoy privlekatelnosti regionov s ispolzovaniem statisticheskikh metodov [Assessment of investment appeal of regions with use of statistical methods]. Sovremennye tekhnologii upravleniya — 2014: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Kirov, 2014. S. 967—978.

[16] Ilin I.V., Anisiforov A.B. Osnovnye aspekty organizatsii informatsionnogo soprovozhdeniya deyatelnosti klasterov predpriyatiy [Main aspects of the organization of information maintenance of activities of clusters of the entities]. Ekonomika i upravlenie. 2010. № 12. S. 128—131.

[17] Ilin I.V., Naydenysheva E.G., Overchuk D.S. Teoretiko-igrovye modeli soglasovaniya interesov v proektakh razvitiya sotsialnoy infrastruktury [Game-theoretic models of coordination of interests in projects of development of a social infrastructure]. Ekonomika i upravlenie. 2014. № 2 (100). S. 63—66.
[18] Ilin I.V., Rostova O.V., Koposov V.I. Modelirovanie i algoritmizatsiya neytralnykh k rynochnomu risku strategiy [Modeling and algorithmization of strategy, neutral to market risk]. Ekonomika i upravlenie. 2013. № 1 (87). S. 90—95.
[19] Maslakov M.D., Bagretsov S.A., Chernykh A.K. Ob odnom podkhode k otsenke effektivnosti matematicheskikh modeley [About one approach to an efficiency evaluation of mathematical models]. Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2013. № 3 (27). S. 67—73.
[20] Naydenysheva E.G. Matematicheskie metody v ekonomike [Mathematical methods in economy]. Rabochaya tetrad: uchebnoe posobie. Sankt-Peterburg, 2014.
[21] Shirokova S.V. Upravlenie proektami. Upravlenie proektami vnedreniya informatsionnykh sistem dlya predpriyatiya [Project management. Project management of implementation of information systems for the entity]: uchebnoe posobie. M-vo obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii, Sankt-Peterburgskiy gos. politekhnicheskiy un-t. Sankt-Peterburg, 2012.