

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОРИЕНТИРОВОЧНЫХ ЦЕН НОВЫХ МОДИФИКАЦИЙ ИЗДЕЛИЯ

Ю. А. ВОРОНИН, В. В. МОИСЕЕНКО

*Институт вычислительной математики
и математической геофизики СО РАН, Новосибирск, Россия*

e-mail: moi@sscc.ru

В. И. ЛОКТИОНОВ

Открытое акционерное общество “Катод”, Новосибирск, Россия

А. С. КАНДАУРОВ

Государственное унитарное предприятие ЦКБ “Точприбор”

Новосибирск, Россия

А. Ф. МАРАСУЛОВ

Ташкентский государственный кардиологический институт

Узбекистан

The knowledge of approximate prices of new modifications of the product is necessary in order to determine, for example, the expected profit from the realization of the product on the market. The approach is developed to determine these prices, which is based on market prices of old modifications of the product. This approach can be taken as the basis of automatic system for evaluation and could compete with known approaches.

1. Постановка задачи

Будем исходить из следующих предположений:

1. Ориентировочная цена новых модификаций изделия является их теоретической характеристикой, которая определяется на основе заранее принятых моделей изделия и его покупателей.

2. Основная цель, ради которой вводится ориентировочная цена новых модификаций изделия, сводится к максимизации прибыли от их реализации на рынке, которая может быть получена спустя некоторое время после этой реализации.

3. Если надлежащим образом выбрать потребительские свойства модификаций изделия и задать алгоритм определения сходства между ними по этим свойствам (модель изделия), то в основу подхода определения ориентировочной цены новых модификаций изделия можно положить гипотезу о том, что сходство модификаций изделия по их потребительским свойствам следует за их сходством по рыночным ценам.

4. Статус фирмы-производителя модификаций изделия, их названия, дизайн и рекламное обеспечение слабо влияют на их рыночные цены и сильно на скорость их распродажи. Однако перечисленные факторы трудно поддаются формализации, и поэтому пока в формировании предложенной модели они не участвуют.

Перейдем к описанию существа предлагаемого подхода. Предположим, что имеется I модификаций изделий определенного вида. В качестве вектора значений свойств, которыми могут обладать эти изделия, определим вектор $\mathbf{R} = (r_\alpha)$, $\alpha = 1 \div \mathcal{A}$. Причем из m_α значений α -го свойства фиксируются его худшее r_α^* и лучшее r_α^{**} значения.

Предполагается, что модификации изделия G^* и G^{**} , которым отвечают векторы значений потребительских свойств $\mathbf{R}^* = (r_\alpha^*)$ и $\mathbf{R}^{**} = (r_\alpha^{**})$, являются соответственно наихудшими и наилучшими. Для них экспертным путем установлены рыночные цены $C(\mathbf{R}^*)$ и $C(\mathbf{R}^{**})$. Кроме того, считается, что для старых модификаций изделия G_i , которым отвечают векторы значений потребительских свойств $\mathbf{R}_i = (r_\alpha^i)$, известны рыночные цены $C(\mathbf{R}_i)$. Таким образом, мы полагаем заданной следующую базу оценивания:

$$\begin{aligned} \mathbf{R}^* = (r_\alpha^*), C(\mathbf{R}^*), \quad \mathbf{R}^{**} = (r_\alpha^{**}), C(\mathbf{R}^{**}), \quad \alpha = 1, \dots, \mathcal{A}, \\ \mathbf{R}_i = (r_\alpha^i), C(\mathbf{R}_i), \quad i = 1, \dots, I. \end{aligned} \quad (1)$$

Рассмотрим α -е потребительское свойство и его значение r_α^i , отвечающее модификации изделия G_i . Введем вместо значения r_α^i его нормированное порядковое значение

$$S_\alpha^i = \left(\frac{m_\alpha^i}{m_\alpha - 1} \right), \quad (2)$$

где m_α — число всех значений α -го свойства; m_α^i — число значений α -го свойства, предшествующих (или последующих) значению r_α^i .

Используем представления о мерах сходства [1].

Введем меру сходства между модификациями изделия G_i и G_j по одному потребительскому свойству α :

$$\lambda_\alpha(G_i, G_j, \vartheta_\alpha) = 1 - e^{-\vartheta_\alpha(S_\alpha^i + S_\alpha^j - 1)} |S_\alpha^i - S_\alpha^j|, \quad 0 \leq \vartheta_\alpha \leq 3. \quad (3)$$

Потребительские свойства условимся различать по рангам значимости, полагая, что свойства α' и α'' одного ранга могут взаимно компенсироваться (ухудшение G_i за счет α' можно компенсировать его улучшением за счет α''), а свойства α' и α'' разных рангов значимости взаимно компенсироваться не могут. Будем различать потребительские свойства трех рангов: первый (очень важные), второй (важные), третий (маловажные).

Для меры сходства между модификациями изделий G_i и G_j по потребительским свойствам ρ -го ранга запишем

$$\Lambda_o^\rho(G_i, G_j, \Theta) = \sum_{\alpha=1}^{\mathcal{A}_\rho} \vartheta_\rho(\alpha) \lambda_\alpha(G_i, G_j, \vartheta_\alpha), \quad \sum_{\alpha=1}^{\mathcal{A}_\rho} \vartheta_\rho(\alpha) = 1, \quad \vartheta_\rho(\alpha) > 0, \quad (4)$$

где \mathcal{A}_ρ — число свойств ρ -го ранга.

Элементарную меру сходства между модификациями изделий G_i и G_j по потребительским свойствам всех рангов зададим так:

$$\begin{aligned} \Lambda_1(G_i, G_j, \Theta) = \vartheta^1 \Lambda_o^1(G_i, G_j, \Theta) + \vartheta^2 [\Lambda_o^1(G_i, G_j, \Theta) \Lambda_o^2(G_i, G_j, \Theta)]^{1/2} + \\ + \vartheta^3 [\Lambda_o^1(G_i, G_j, \Theta) \Lambda_o^3(G_i, G_j, \Theta)]^{1/3}, \quad \sum_{\rho=1}^3 \vartheta^\rho = 1, \quad \vartheta^\rho > 0. \end{aligned} \quad (5)$$

Простую меру сходства между модификациями изделий G_i и G_j по потребительским свойствам всех рангов определим следующим образом:

$$\Lambda(G_i, G_j, \Theta) = \vartheta(o)\Lambda_1(G_i, G_j, \Theta) + [1 - \vartheta(o)]\{1 - 0.5[|\Lambda_1(G_i, G^*, \Theta) - \Lambda_1(G_j, G^*, \Theta)| + |\Lambda_1(G_i, G^{**}, \Theta) - \Lambda_1(G_j, G^{**}, \Theta)|]\}, \quad 0 < \vartheta(o) < 1. \quad (6)$$

Заметим, что в [1] предложены и реализованы схемы исследования функций (2) – (6).

При расчете (6) необходимо выбрать значения пяти параметров ϑ_α в выражении (3), пяти параметров $\vartheta_\rho(\alpha)$ – в (4), трех параметров ϑ^ρ – в (5) и одного параметра $\vartheta(o)$ – в (6). Разумный выбор значений этих четырнадцати параметров и составляет основные вычислительные трудности использования (6). Для их преодоления можно поступить следующим образом. Для модификации изделия G_i вводится показатель потребительской ценности (модель покупателя):

$$\Phi(G_i, \Theta) = \frac{\gamma[\Lambda(\mathbf{R}^{**}, \mathbf{R}_i, \Theta) - \Lambda(\mathbf{R}^*, \mathbf{R}^{**}, \Theta)] + (1 - \gamma)[1 - \Lambda(\mathbf{R}^*, \mathbf{R}_i, \Theta)]}{1 - \Lambda(\mathbf{R}^*, \mathbf{R}^{**}, \Theta)}, \quad 0 < \gamma \leq 1. \quad (7)$$

Этот показатель равен 0, если не выполняется условие $\Lambda(\mathbf{R}^*, \mathbf{R}_i, \Theta) \leq \Lambda(\mathbf{R}^*, \mathbf{R}^{**}, \Theta)$.

Выбирать параметры ϑ_α , $\vartheta(\alpha)$, ϑ^ρ , $\vartheta(o)$ и γ следует так, чтобы выполнялись условие

$$C(\mathbf{R}_i) \gtrless C(\mathbf{R}_j) \Leftrightarrow \Phi(G_i, \Theta) \gtrless \Phi(G_j, \Theta) \quad (8)$$

и условие

$$\sum_{i=1}^I \sum_{j=i}^I \left| \frac{C(\mathbf{R}_i)}{C(\mathbf{R}_j)} - \frac{\Phi(G_i, \Theta)}{\Phi(G_j, \Theta)} \right| \rightarrow \min, \quad (9)$$

где I – число объектов.

Ориентировочную цену для модификаций изделия C_k (старого или нового) с учетом (6) можно определить так:

$$C(\mathbf{R}_k) = C(\mathbf{R}^{**})\Lambda(\mathbf{R}^{**}, \mathbf{R}_k, \Theta) + C(\mathbf{R}^*)\Lambda(\mathbf{R}^*, \mathbf{R}_k, \Theta). \quad (10)$$

2. Алгоритм оптимизации

Предварительные расчеты на ПЭВМ для некоторых значений параметров показали, что функция, определяемая выражением (9), является негладкой и имеет большое число экстремумов. Известные нам методы решения экстремальных задач [2, 3] применимы лишь к гладким функциям или к функциям, которые можно какими-нибудь приемами (разбиение, аппроксимация и т. п.) привести к гладким. В нашем случае это сделать вряд ли возможно. В этой ситуации для нахождения достаточно хорошего решения наиболее эффективным является полный перебор задаваемых значений параметров. Для хорошей сходимости решения к глобальному или близкому к нему оптимуму шаг изменения параметров должен быть достаточно мал. Число итераций при этом определяется выражением

$$N = n^K, \quad (11)$$

где n – число шагов в интервале изменения параметров; K – число параметров.

Ясно, что при больших n и K число итераций огромно. Следовательно, необходимо найти какие-то обоснованные приемы, которые сокращали бы полный перебор. С этой целью предлагается следующий эвристический алгоритм.

Все параметры в зависимости от накладываемых на них условий разбиваются на две группы. Первая группа — параметры, значения которых не зависят друг от друга. Это параметры при расчете мер сходства для каждого свойства (3), простой меры сходства по свойствам всех рангов (6) и показателя потребительской ценности (7). Вторая группа — параметры, сумма значений которых должна быть равна константе, в частности 1. Это параметры при расчете мер сходства по свойствам одного ранга (4) и элементарной меры сходства по свойствам всех рангов (5).

Предлагаются следующие процедуры перебора значений параметров.

1. Для параметров первой группы начальные значения задаются равными нижней границе диапазона их изменений.

2. Задаются два шага изменения параметров

$$\Delta_1 = \frac{D_{\text{в}} - D_{\text{н}}}{T}, \quad (12)$$

$$\Delta_2 = a\Delta_1, \quad (13)$$

где $D_{\text{н}}$, $D_{\text{в}}$ — нижняя и верхняя границы диапазона изменения параметров; T — число больших шагов в диапазоне; a — величина, определяющая размер малого шага (доля от большого).

3. Через $F^{\text{м}}$ обозначается значение функционала в точке наименьшего локального минимума, через $F^{\text{л.м}}$ — в точке очередного локального минимума, а через F_l — значение функционала в l -й точке.

4. Рассчитывается F_l в начальной точке, это значение присваивается $F^{\text{м}} = F_l$, и $F^{\text{л.м}} = F_l$, значения параметров в этой точке запоминаются.

5. Выбирается очередной параметр.

6. Значение выбранного параметра увеличивается на величину малого шага. Если при новом значении параметра $F_l < F^{\text{л.м}}$, то $F^{\text{л.м}} = F_l$ и запоминаются значения параметров в точке нового локального минимума.

7. На каждой итерации определяется относительная величина

$$G_{l+1} = \frac{F_l - F_{l+1}}{\Delta_2}. \quad (14)$$

Эту величину можно уподобить градиенту (в нашем случае антиградиенту) в известных градиентных методах.

8. Если при совершении заданного количества малых шагов средний градиент меньше некоторой обусловленной величины, то делается большой шаг и переходят к выполнению процедуры с п. 5.

9. В том случае, если средний градиент достаточен по величине, то малые шаги совершаются до точки, соответствующей следующему большому шагу, и расчет вновь идет с п. 5.

10. Пункты 6–9 выполняются до тех пор, пока значение выбранного параметра не достигнет верхней границы диапазона.

11. В результате проделанной процедуры находится значение функционала в точке локального минимума $F^{\text{л.м}}$ по координате, соответствующей выбранному параметру. Если $F^{\text{л.м}} < F^{\text{м}}$, то $F^{\text{м}} = F^{\text{л.м}}$.

12. При значении выбранного параметра в точке локального минимума для всех предыдущих параметров в обратной их последовательности повторяются пункты 5–10. Этим действием увеличивается число найденных локальных минимумов, что повышает сходимость алгоритма при нахождении глобального минимума.

13. Для параметров второй группы процедура изменения иная. Это связано с тем, что на эти параметры накладываются условия

$$\sum_{k=1}^{K^y} b_{kl} = D, \quad (15)$$

где K^y — число параметров, объединенных условием; D — заданная константа; b_{kl} — значение k -го параметра на l -й итерации.

14. В качестве шага изменения значений берется величина Δ , определяемая по формуле, аналогичной (12).

15. Алгоритм выбора начальных значений следующий. Очередному выбранному параметру k' присваивается значение D , а остальным параметрам, объединенным условием (15), — 0.

16. Значение параметров на каждой итерации будут определяться выражениями

$$b_{k'(l+1)} = b_{k'l} - \sum_{k=1}^{K-1} d_k \Delta, \quad k' \neq k, \quad (16)$$

$$b_{k(l+1)} = b_{kl} + d_k \Delta, \quad k \neq k'. \quad (17)$$

Варьируя числами d_k , можно задать любой вариант одновременного изменения параметров, объединенных условием (15). На каждой итерации рассчитывается F_l и идет сравнение его с $F^{л.м}$.

17. Пункт 16 повторяется до тех пор, пока значение k' -го параметра не достигнет 0. Переход к п. 15.

18. В процессе выполнения пунктов 15–17 для всех параметров, объединенных условием (15), определяются значения функционала в точке локального минимума $F^{л.м}$. Если $F^{л.м} < F^м$, то $F^м = F^{л.м}$ и при соответствующих значениях указанных параметров повторяется п. 10.

3. Расчет ориентировочной цены новой модификации электронно-оптических преобразователей

Ориентировочная цена новой модификации электронно-оптических преобразователей (ЭОП) определяется на основе цен предыдущих модификаций, производимых ОАО “Катод” и применяемых в разработках ЦКБ “Точприбор” в 1990–2001 гг. Перечень модификаций, включая новую разработку, потребительские свойства и их значения приведены в табл. 1.

При расчете ориентировочной цены новой модификации определяются также расчетные цены уже имеющихся модификаций. Если расхождение рыночных и расчетных цен у этих модификаций имеет логически обоснованную интерпретацию, то можно считать, что предложенный метод является корректным, а рассчитанная ориентировочная цена новой модификации может выступать в качестве исходной при определении рыночной цены. Рыночные и расчетные цены приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Наименование модификации ЭОП	Потребительские свойства				
	Спектральная чувствительность фото катода на длине волны 800 нм, мА/Вт	Спектральная чувствительность фото катода со свето фильтром КС-17, мкА/лм	Предел разрешения, шттр/мм	Отношение сигнал/шум	Яркость темного фона, кд/м ²
	Ранг 1	Ранг 2	Ранг 2	Ранг 1	Ранг 3
Наихудшая	12	120	3	40	0.0030
ЭПМ 44-Д	12	120	30	40	0.0015
ЭПМ 44-Г	18	180	33	42	0.0012
ЭПМ 44-А	40	280	38	55	0.0015
ЭПМ 102Г	90	650	35	50	0.0030
ЭПМ 101Г	110	700	33	55	0.0030
ЭПМ 101Г-М(н)	150	1000	60	65	0.0012
Наилучшая	150	1000	60	65	0.0012

Т а б л и ц а 2

Стоимости модификаций ЭОП

Наименование модификаций ЭОП	Фактическая, тыс. руб	Расчетная, тыс. руб
Наихудшая	12.50	12.50
ЭПМ 44-Д	12.50	12.68
ЭПМ 44-Г	14.97	16.05
ЭПМ 44-А	26.60	22.42
ЭПМ 102Г	25.05	27.22
ЭПМ 101Г	39.16	33.72
ЭПМ 101Г-М	Новая	41.00
Наилучшая	41.00	41.00

Из табл. 2 видно, что существенное отклонение расчетных цен от рыночных имеются у модификаций ЭПМ 44-А и ЭПМ 101Г. Если проанализировать векторы значений свойств, то можно отметить, что первая из этих модификаций по свойствам 1, 2 и 5 тяготеет к более дешевым модификациям. У ЭПМ 101Г малую расчетную цену можно объяснить тем, что рыночная цена у этой модификации на уровне наилучшей, а значения всех свойств хуже. Рыночные цены же у этих модификаций сформированы с учетом специфики технологии выпуска.

Заключение

Если на основе данных опытного производства можно аналогичным образом определить $C_o(\mathbf{R}_i)$ — себестоимость производства модификации изделия G_i , то это позволит судить об успешности этого производства. Оно тем эффективнее, чем больше отношение $C(\mathbf{R}_i)/C_o(\mathbf{R}_i)$ и чем больше в $C_o(\mathbf{R}_i)$ доля затрат на оплату труда.

На основе (7) можно реализовать так называемую научную рекламу [4] новых модификаций изделий.

Изложенное выше, по нашему мнению, позволяет по-новому взглянуть на проблему оценки эффективности новых технологий с учетом известных стоимостей старых технологий не только в производстве товаров, но и в социальной сфере, например, в здравоохранении [5].

Список литературы

- [1] Воронин Ю. А. Начала теории сходства. Новосибирск: Наука, 1991.
- [2] Васильев Ф. П. Методы решения экстремальных задач. М.: Наука, 1981.
- [3] Моисеев Н. Н., Иванилов Ю. П., Столярова Е. М. Методы оптимизации. М.: Наука, 1978.
- [4] Дрынков А. А. Теория систем и проблемы моделирования психики // Математическая психология: методология, теория, модели. М.: Наука, 1985.
- [5] Воронин Ю. А., Мартинина О. В. Некоторые вопросы определения стоимости услуг здравоохранения. Новосибирск, 1997 (Препр. / СО РАН. ВЦ; №1089).
- [6] Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь. М.: АВЕ, 1996.

*Поступила в редакцию 6 июня 2001 г.,
в переработанном виде — 20 августа 2001 г.*