

УДК 339.138

## ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ МЕХАНІЗМ ЕФЕКТИВНОГО РОЗПОДІЛУ РЕКЛАМНОГО БЮДЖЕТУ

**Алі Аль-Абабнех ХАСАН**

кандидат технічних наук,  
аспірант кафедри міжнародної економіки  
Національний авіаційний університет  
phd.eng.hasan@gmail.com

Стаття присвячена розгляду питання ефективності рекламних заходів в умовах сучасного ринку, зокрема питанню оптимального розподілу рекламного бюджету. Визначено актуальність проблеми, що досліджувалась, та надано оцінку значущості процесу ефективного розподілу рекламного бюджету в системі маркетингових заходів. Запропоновано інноваційну модель ефективного розподілу рекламних коштів. Зроблені відповідні висновки щодо доцільності застосування запропонованої моделі.

Стаття посвящена рассмотрению вопроса эффективности рекламных мероприятий в условиях современного рынка, в частности вопросу оптимального распределения рекламного бюджета. Определена актуальность проблемы, которая исследовалась, и дана оценка значимости процесса эффективного распределения рекламного бюджета в системе маркетинговых мероприятий. Предложено инновационную модель эффективного распределения рекламных средств. Сделаны соответствующие выводы о целесообразности применения предложенной модели.

**Ключові слова:** реклама, рекламний бюджет, ефективність реклами, оптимізаційна модель.

**Ключевые слова:** реклама, рекламный бюджет, эффективность рекламы, оптимизационная модель.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Необхідність створення та впровадження системи управління, яка базується на принципах системності і реалізується на засадах інжинірингу, пов'язане, перш за все, з класифікацією основних і підтримуючих бізнес-процесів підприємства та розробкою сукупності інформаційно-логічних моделей бізнес-процесів, а також описом їх компонент, виходячи зі змісту й особливостей формування товарних, інформаційних та фінансових потоків

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Проблемам формування та розвитку вітчизняної маркетингової аналітичної системи присвятили свої роботи наступні вчені та фахівці: О. Амоша, І. Булеєв, Ю. Гохберг, О. Мартякова, Ю. Макогон, О. Новікова, В. Новицький, В. Панков, Г. Скудар, М. Чумаченко, Н. Янковський та інші.

У своїх наукових публікаціях М. Чумаченко, О. Амоша, Ю. Макогон, І. Булеєв, О. Мартякова, В. Новицький, Г. Скудар, В. Панков, О. Новікова, Н. Янковський, Ю. Гохберг і інші торкаються актуальних маркетингових питань й акцентують

увагу на вирішенні окремих ринкових проблем за рахунок активізації маркетингового механізму і його інструментарію.

**Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Управління розвитком підприємства пов'язано, в першу чергу, із забезпеченням сталості його господарської діяльності. Об'єктивно існуюча і принципово незмінна невизначеність зовнішнього середовища торговельного підприємства потребує попереднього визначення різноманітних критеріїв ефективності її досягнення.

Основною метою дослідження є визначення можливості та раціональності застосування генетичного алгоритму, як оптимізаційної моделі ефективного розподілу рекламного бюджету.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Гармонійний розвиток будь-якого підприємства як і стабільність цього розвитку досягається взаємним урівноваженням різних результатів його діяльності: господарських і фінансових. При цьому рівновага може досягатися різноманітними шляхами за допомогою комбінування ре-

зультатів господарської діяльності і результатів фінансової діяльності [1, с.414].

Метою ефективного управління бізнес-процесами, зокрема рекламною кампанією, підприємства визначено мінімізацію функціонально-управлінських витрат, що пов'язані з організацією запланованих обсягів товарообороту, починаючи з кожної товарної позиції. Доведено, що процеси менеджменту сучасних підприємств узагальнено поділяються на дві компоненти: менеджмент формування ресурсів; менеджмент реалізації [2, с.243].

Останнім часом широкого застосування при розробці рекламного бюджету отримали методи, засновані на використанні математичних моделей прийняття рішень. Застосування цих методів зумовлено тим, що людина не здатна оцінити та врахувати велику кількість факторів. Тому актуальним стає застосування математичних методів прийняття рішень, спеціальних програмних засобів і ЕОМ.

Відомими підходами у даній предметній галузі є:

1. Модель Данахера-Руста, в основу якої покладено алгоритм пошуку оптимальної величини рекламного бюджету по критерію максимуму відношення ефективності реклами до затрат на неї [3].

2. Модель Відейла й Волфа, що базується на зв'язку між об'ємом продажів та витратами на рекламу. Зміна об'єму продаж товару в період  $t$  є функцією чотирьох факторів: затрат на рекламу, константи, що виражає реакцію збуту на рекламу, рівень насичення ринку товарами, що рекламуються та константи, що виражає зменшення об'єму продаж. Основною перевагою даної моделі є можливість описати взаємозв'язок трьох факторів: величини асигнувань на рекламу, об'єму збуту та зміни його під впливом реклами. Серед недоліків можна виділити те, що модель не дозволяє в явній формі врахувати інші маркетингові змінні типу ціни та системи збуту; не враховується дія конкурентів; оцінка рівня насиченості ринку товаром може викликати певні труднощі стосовно деяких ринків [4].

3. Модель ADBUDG була розроблена Літлом, орієнтована на стабільний ринок з глобальним попитом, що не зростає, для якого реклама є детермінантом зростання збуту чи частці ринку. Згідно з даною моделлю, очікувана частка ринку є функцією від трьох факторів [5, с.22-23]:

- мінімальної частки ринку, тобто частки ринку в кінці даного періоду за відсутності реклами;

- частки мінімальної зміни частки ринку під впливом реклами;

- коефіцієнту інтенсивності реклами, що задається двома параметрами, один з яких визначає характер функції реакції, інший – характеризує послаблення.

4. Метод Шроера [6, с.780]. Використовується цей метод для товарних категорій, що досягли стадії зрілості у своєму життєвому циклі, тобто їх попит уже не збільшується, а тому єдиною можливою метою є збільшення частки ринку. Суть методу:

a. Бюджети мають встановлюватися не в загальнонаціональному, а в локальному масштабі, для кожного ринку в окремість.

b. На кожному локальному ринку треба дослідити два аспекти: частку голосу основного конкурента (частку в цілому та в об'ємі реклами по категорії) та його частку ринку; частку ринку нашої марки на даному локальному ринку та становище нашої фірми (чи є вона лідером чи «доганяючим»).

c. Якщо частка голосу основного конкурента нижче його ринкової частки, то у нашої марки є можливість атакувати. У цьому випадку фірма має бути готова до значного збільшення витрат (на цьому ринку), при чому це збільшення триватиме протягом 12 і більше місяців. Збільшення витрат відповідає 20-30% збільшення частки голосу в порівнянні з конкурентом. Зазвичай це становить приблизно 2 рекламних бюджети основного конкурента для даного ринку.

d. На інших ринках, де частка голосу основного конкурента дорівнює його частці ринку або більша від неї, ми можемо звернутися до стратегії захисту, яка вимагає відповідність наших витрат витратам конкурента, або навіть знайти свою нішу на ринку, що вимагає зниження витрат.

5. Модель Юла. Ця модель відноситься до класу моделей послідовного взаємозв'язку. У цих моделях величина асигнувань на рекламну діяльність фірми визначається шляхом простежування їх впливу на деякі проміжні змінні, які є з'єднаними ланками між витратами на рекламу та кінцевим оборотом фірми [7, с.].

Оцінка ефективності елементів планування реклами є, в першу чергу, комплекс лінгвістичних даних, але показники результативності будь-якого процесу/елементу мають математичне вираження. Виникає необхідність перетворення лінгвістичних даних в математичні алгоритми. Таким чином виникає необхідність говорити про поняття нечіткого моделювання та метаевристич-

ні моделі.

Була всебічно вивчена можливість застосування алгоритму імітації відпалу. Алгоритм імітації відпалу заснований на аналогії з процесом кристалізації з мінімальною енергією при охолодженні, в ньому використовується упорядкований випадковий пошук. Особливістю даного методу є допустимість прийняття рішень, що призводять до збільшення помилки [8, с. 18].

Перевагою алгоритму відпалу є успішне проходження локальних мінімумів і простота в реалізації, недоліками – великі часові витрати при не завжди точних результатах [9, с.21-22].

З огляду на це пропонується спосіб побудови моделі ефективного розподілу рекламного бюджету із застосуванням алгоритму імітації відпалу. Для побудування моделі необхідно кожному рекламному носію привласнити певне число в залежності від статистичної ефективності даного носія. Чим більше число, тим більша ефективність рекламного носія. Кожен рекламний носій має свою вартість, а загальна сума використання обраних носіїв не повинна перевищувати встановленого рекламного бюджету. Цільова функція в даній моделі – це загальна вартість реклами на різних носіях.

Безпосередньо процес побудови моделі включає в себе:

- Формування нечітких правил, на основі яких конструюється модель;
- Створення структури моделі;
- Розробку процедури оцінювання за моделлю;
- Вибір критерію якості для навчання моделі;
- Адаптація параметрів моделі.

Використовувані при побудові моделі нечіткі правила мають вигляд:

ПРАВИЛО  $k$ :

$$\text{ЯКЩО умова } k \text{ ТО висновок } k (F^k), \quad (1)$$

де  $k$  – номер правила,

$(F^k)$  – коефіцієнт визначеності, коефіцієнт впевненості або ваговий коефіцієнт нечіткого правила (приймає значення з інтервалу  $[0,1]$ ),  $k \in \overline{1, r}$ ,

умова  $k$  – це сукупність подумов виду:

$$\tilde{x}_1 \text{ єсть } \tilde{\alpha}_1^k \text{ И } \dots \text{ И } \tilde{\alpha}_n^k \text{ єсть } \tilde{\alpha}_n^k \quad (2)$$

висновок  $k$  – це висновок виду:

$$\tilde{\beta} \text{ єсть } \tilde{\beta}^k \quad (3)$$

$\tilde{x}_i$  – ім'я вхідної лінгвістичної змінної, що відповідає фактору  $i \in \overline{1, n}$ ,

$\tilde{\alpha}_i^k$  – ім'я вихідної лінгвістичної змінної, що відповідає комплексному оцінюванню,

$\tilde{\alpha}_i^k$  – якісне значення змінної  $\tilde{x}_i$ ,  $i \in \overline{1, n}$ ,  $k \in \overline{1, r}$ ,

$\tilde{\beta}^k$  – якісне значення змінної  $\tilde{y}$ ,  $k \in \overline{1, r}$ .

Розробка процедури оцінювання за моделлю включає 4 етапи:

- фазифікації;
- агрегування підумови;
- активізація висновків;
- агрегування висновків.

Агрегування підумови нечіткого правила є процедура визначення ступеня істинності умови цього правила за ступенями істинності складових його підумови [10, с. 439].

Для агрегування підумови в роботі був обраний спосіб мінімального значення, функція активації береться лінійною, тоді:

$$y_k^{(2)} = f^{(2)} \left( \min_{s \in \overline{1, N^{(1)}}} w_{sk}^{(2)} y_s^{(1)} \right) = \min_{s \in \overline{1, N^{(1)}}} w_{sk}^{(2)} y_s^{(1)} \quad k \in \overline{1, N^{(1)}} \quad (4)$$

де  $w_{sk}^{(2)}$  – бінарна вага зв'язку, який визначається структурою моделі.

Для активізації висновків був обраний спосіб мінімального значення, функція активації береться лінійною, тоді:

$$y_k^{(3)} = f^{(2)} \left( w_{kk}^{(3)} y_k^{(2)} \right) = w_{kk}^{(3)} y_k^{(2)} \quad k \in \overline{1, N^{(2)}} \quad (5)$$

де  $w_{kk}^{(3)}$  – вага зв'язку,  $w_{kk}^{(3)} = F^k$ .

Агрегування висновків є процедура об'єднання ступеня істинності однакових висновків для отримання ступеня істинності підсумкового висновку.

Вибір критерію якості для навчання моделі визначається на основі мінімуму середньоквадратичної помилки (різниці виходу за моделлю і реального виходу):

$$F = \frac{1}{P} \frac{1}{N^{(4)}} \sum_{p=1}^P \sum_{j=1}^{N^{(4)}} (y_{pj} - d_{pj})^2 \rightarrow \min_{a_i^y, b_i^y, c_i^y} \quad (6)$$

де  $t$  – кількість тестових реалізацій,

$y_p = (y_{p1}, \dots, y_{pN^{(4)}})$  – оцінка ефективності розподілу бюджету, отримана по моделі,

$d_p = (d_{p1}, \dots, d_{pN^{(4)}})$  – реальна оцінка ефективності розподілу бюджету.

Адаптацію параметрів моделі здійснюємо на основі алгоритму клонального відбору з імітацією відпалу. Обраний алгоритм включає в себе наступні блоки:

- уявлення особин і створення вихідної популяції;
- завдання функції мети;

- обчислення афінності;
- оператор клонування;
- оператор мутації;
- додавання нових антитіл;
- оператор редукції;
- умова зупинки.

Як фітнес-функцію (показника якості) пропонується використовувати критерій (1).

Оператор клонування, який дозволяє відібрати кращі особини, тобто значення параметрів функцій приналежності, які задовольняють (1), комбінується з імітацією відпалу. Це дозволяє визначити ймовірність вибору  $s$ -й особини (певних чисельних значень параметрів функцій приналежності) у вигляді:

$$q_s = \text{round}\left(\frac{g(t) - s}{g(t)} \alpha\right) \quad s \in \overline{1, g(t)} \quad (7)$$

$$g(t) = \beta g(t-1), \quad 0 < \beta < 1, \quad g(0) = T_0, \quad T_0 > 0,$$

де  $t$  – номер ітерації,

$T_0$  – експериментальний параметр,

$\beta$  – експериментальний параметр,

$\alpha$  – параметр клонування, вираховується експериментально,

$$\hat{b}_{sq} = \begin{cases} 1, & (\text{rand}() \geq p(h_s) \wedge (b_{sq} = 1)) \vee ((\text{rand}() < p(h_s)) \wedge (b_{sq} = 0)) \\ 0, & (\text{rand}() \geq p(h_s) \wedge (b_{sq} = 0)) \vee ((\text{rand}() < p(h_s)) \wedge (b_{sq} = 1)) \end{cases} \quad (8)$$

$$p(h_s) = e^{-\alpha \Phi(h_s)} \quad (9)$$

де  $\alpha$  – параметр мутації, що вираховується,

$p(h_s)$  – ймовірність мутації антитіла  $h_s$ ,

$\text{round}()$  – функція, яка повертає рівномірно розподілене випадкове число в діапазоні  $[0,1]$ .

Після завершення мутації над бінарними антитілами виконується перетворення бінарного антитіла  $\hat{b}_k$  в речовинне антитіло  $\hat{h}_s$  у вигляді:

$$\hat{h}_{sk} = lh_k + (rh_k - lh_k) \frac{\sum_{e=1}^E (2^{E-e} \cdot \hat{b}_{s,(k-1)E+e+1-e})}{2^E - 1} \quad k \in \overline{1, K} \quad (10)$$

де  $lh_k$ ,  $rh_k$  – ліва і права границі значень  $k$ -й компоненти антитіла.

Після мутації для забезпечення різноманітності антитіл, тобто значень параметрів функцій приналежності, які задовольняють (13) використовується додавання нових антитіл. Таке додавання дозволяє отримати нові антитіла з різко відмінними властивостями.

$\text{round}()$  – функція, що округляє число до найближчого цілого.

Таким чином, на ранніх стадіях роботи алгоритму клонального відбору для клонування відбираються всі антитіла, що забезпечує дослідження всього простору пошуку, а на заключних стадіях відбираються тільки найкращі, що робить пошук спрямованим.

Після кросингверу для забезпечення різноманітності антитіл, тобто значень параметрів функцій приналежності, які задовольняють (1), використовується оператор мутації. У стандартному алгоритмі клонального відбору не здійснюється мутація речових антитіл. Тому для задачі оптимізації числової функції при створенні вихідної популяції формуються бінарні антитіла виду:

$$b_s = (b_{s1}, \dots, b_{s,K \cdot E})$$

та відповідні їм речовинні антитіла виду:

$$h_s = (h_{s1}, \dots, h_{sK})$$

де  $b_{sk} = (b_{sk1}, \dots, b_{skE})$  – бінарний вектор, що кодує  $k$ -ту речовинну компоненту антитіла  $h_s$ .

Мутація над компонентами бінарного антитіла  $b_s = (b_{s1}, \dots, b_{s,K \cdot E})$  виконується у вигляді:

В якості  $j$ -го нового антитіла виступає згенерований випадковим чином вектор:

$$h_j = (h_{j1}, \dots, h_{jK}), \quad j \in \overline{1, \tilde{Q}} \quad (11)$$

$$h_{jk} = lh_k + (rh_k - lh_k) \text{rand}()$$

де  $\tilde{Q}$  – потужність множини нових антитіл.

Пропонується визначити ймовірність появи антитіл за допомогою імітації відпалу у вигляді:

$$P_a = P_0 \exp(-1/g(t)) \quad (12)$$

$$g(t) = \beta g(t-1), \quad 0 < \beta < 1, \quad g(0) = T_0, \quad T_0 > 0,$$

де  $P_a$  – початкова ймовірність додавання.

В якості оператора редукції, який дозволяє вибрати особини, тобто ті значення параметрів функцій приналежності, з безлічі отриманого об'єднанням попередньої популяції з результатами мутації і додавання нових антитіл, використовується комбінація рівноймовірної схеми, селекційної схеми і імітації відпалу. Рівноймовірна схема – особини попередньої популяції і особини, отримані шляхом мутації і додавання нових антитіл, об'єднуються і з них випадковим чином (з однаковою ймовірністю) вибирається особина

без повторень. Селекційна схема - особини попередньої популяції і особини, отримані шляхом мутації і додавання нових антитіл, об'єднуються і упорядковуються за значенням афінності. Відбираються перші кращі особини. Можливість вибору рівномірної схеми і ймовірність вибору селекційної схеми засновані на імітації відпаду.

Особливість запропонованої моделі в тому, що оператор клонування, який дозволяє відібрати кращі особини, комбінується з імітацією відпаду і це дає можливість відібрати для клонування все антитіла, тобто забезпечити дослідження всього простору пошуку, і на заключних стадіях

відбирати тільки кращі антитіла, що робить пошук спрямованим.

**Висновки.** Методика моделювання може служити основою коригування і уточнення рекламного бюджету з позиції необхідності оптимального диференціювання витрат за різними видами рекламних засобів і вибору найбільш оптимального варіанту розподілу фінансових вкладень в часі. При цьому можна визначити не тільки витрати на проведення рекламної кампанії, але і час, при якому її ефективність досягне максимуму.

*Список використаних джерел.*

1. Васильев Г. А. Основы рекламной деятельности / Г. А. Васильев, В. А. Поляков. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 414 с.

2. Картер Г. Эффективная реклама: Путеводитель для малого бизнеса: Пер. с англ. / Под общ. ред. Е. М. Пеньковой. – М.: МТ-Пресс, 2001. – 243 с.

3. «Обзор методов расчета рекламного бюджета» [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://www.impulses.ru/part2-5.php>.

4. «Методы определения рекламного бюджета компании» [Электронный ресурс] / Игорь Макиенко // Маркетинг в России и за рубежом. - №2/2003. – Режим доступа <http://www.mavriz.ru/articles/2003/2/89.html>.

5. Черниговцев Р. BTL – проблемы жанра // Рекламные технологии. – 2004. – №4. – С. 22 – 25.

6. Батра Р. Рекламный менеджмент: Пер. с англ. / Р. Батра, Дж. Майерс, Д. Аакер. – 5-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – 780 с.

7. Danaher, Peter J. and Roland T. Rust. Determining the Optimal Level of Media Spending, Journal of Advertising Research, January/February 1995.

8. Ходашинський І.А. Идентификация нечетких систем: методы и алгоритмы // Проблемы управления. – 2009. – № 4. – С. 15–23.

9. Ходашинський І.А. Оценивание величин нечеткой арифметики // Автометрия. — 2004. — № 3. — С. 21—31.

10. Tron E. Mathematical modeling of observed natural behavior: a fuzzy logic approach / E. Tron, M. Margalot // Fuzzy Sets and Systems. – 2004. – Vol. 146. – P. 437–450.