

**О. В. Стець,**  
доцент кафедри математичного моделювання  
економічних систем,  
**О. С. Гришечкина,**  
студентка групи УК-71м,  
факультет менеджменту та маркетингу  
Національній технічній університет України «КПІ»

## **ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО БЮДЖЕТУ РЕКЛАМНОЇ КАМПІЇ**

АНОТАЦІЯ. Реклама вже давно стала фактором культурного, політичного та економічного життя суспільства. Вона є об'єднуючою ланкою між виробником і споживачем та сприяє розвитку суспільства. Вона завжди була одним з найважливіших важелів, що стимулюють процес виробництва, удосконалення існуючих товарів, і в цій якості виступає не лише як двигун торгівлі, але й як своєрідний двигун прогресу. Стаття присвячена розробці моделі, що дозволяє підібрати оптимальний варіант розподілу рекламного бюджету фірми й таким чином максимізувати дохід від усіх клієнтських сегментів.

Для реалізації моделі були використані методи оптимізації, які дозволяють вирішити задачу оптимального розподілу витрат компанії. Ключовим моментом є використання функції залежності кількості клієнтів від витрат на маркетингові заходи, що здійснюються компанією з метою залучення та утримання клієнтів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** реклама, оптимальний бюджет, клієнтські сегменти, оптимізація.

**ANNOTATION.** For a long time advertising has been a factor in the cultural, political and economic life of society. It is the connecting link between producer and consumer, and contributes to the development of society. It has always been one of the most important levers that stimulate the production process, improving existing products, and acts not only as an engine of commerce, but also as a kind of engine of progress.

The article is devoted to development of a model that allows to pick the best way to allocate the advertising budget of the company and thus maximize revenue from all customer segments.

The optimization methods were used to solve the problem can solve the problem of optimal cost-sharing company. The key is a function of the number of customers from the costs of marketing activities undertaken by the company to attract and retain customers.

**Вступ.** У своїй основі реклама — явище економічне. Вона виконує економічні задачі, які стоять перед виробником або продавцем товарів чи послуг, впливає на економічні рішення, що приймаються споживачем, і є невід’ємною частиною економічної системи. Реклама не просто інструмент ринкових відносин, але й значна за своїми масштабами частина економіки індустріально розвинених країн. Її економічна функція виражається в інформуванні про товар чи послугу, їх популяризації, підвищенню попиту та збуту. Реклама сприяє зростанню рівня споживання, підтримуючи увагу та інтерес основних груп споживачів до рекламного продукту.

Актуальність дослідження та моделювання рекламної кампанії визначається її позитивним впливом на бізнес:

- інформує нових споживачів про нові товари та їх якість;
- розширює ринки для нових товарів;
- забезпечує зростання надходження прибутків пропорційно об’єму діяльності;
- знижує ступінь ризику та невизначеності в діяльності маркетингу;
- сприяє збільшенню, підтримці та стабілізації попиту;
- нарівні з ціною та якістю є визначним фактором у боротьбі з конкурентами;
- служить засобом контролю за якістю товару для споживачів, а для бізнесмена — основою для підвищення якості;

- забезпечує стимул для споживача підвищувати рівень життя, а значить і робити покупки.

Проте для реклами характерними є й деякі негативні ефекти впливу на бізнес, зокрема вона:

- марнотратна;
- призводить до зростання витрат і цін;
- при розкиданих у часі, епізодичних рекламних кампаніях недостатньо ефективна, навіть за умови її високої якості.

У зв'язку з цим актуальною є задача оптимізації витрат на рекламну кампанію.

**Постановка задачі.** Одним з актуальних підходів до управління взаємовідносинами з клієнтами є концепція CRM (Customer Relationship Management). Особливість CRM полягає в тому, що це стратегія організації бізнесу, в якій взаємовідносини з клієнтом ставляться в центр діяльності фірми.

В основі CRM-концепції знаходиться лояльний клієнт, який представляє для компанії велику цінність. Для компанії набагато важливіше утримати даного клієнта, котрий є вірним своїм вподобанням відносно товарів і послуг, ніж витратити значні зусилля для залучення нового. Таким чином, головна мета CRM — визначити «найприбутковіших» клієнтів, навчитися ефективно працювати з ними, запобігти їхньому переходу до конкурентів і збільшити дохід компанії.

Концепція управління взаємовідносинами з клієнтами характеризується тим, що клієнт розглядається за весь період його взаємодії з компанією. Цей період називається життєвим циклом і являє собою середній відрізок часу, протягом якого клієнт є споживачем продукції компанії. При цьому для залучення клієнта треба здійснити ряд витрат, які в подальшому повинні окупитися за рахунок прибутку, який приносить клієнт, купуючи товари. Життєвий цикл товару можна розуміти як своєрідний інвестиційний проект, де в якості початкових інвестиційних витрат виступають різні маркетингові заходи із залучення, а доходом є прибуток від продажу. Таким чином, прибутковість конкретного сегменту для компанії визначається із сукупності ряду факторів: розмір сегмента, «вартість» залучення клієнта, його прибутковість і середній строк життя.

Виходячи з концепції життєвого циклу клієнта основними задачами, які стоять перед компанією в контексті взаємодії з клієнтами, є сегментація її клієнтської бази, оцінка прибутковості кожного отриманого сегмента, проведення заходів за створеним

«портфолію» клієнтів та управління затратами, спрямованими на залучення та утримання клієнтів.

На основі зазначеного можна сформулювати *задачу оптимального розподілу рекламних витрат*. Найбільш відповідними для вирішення даної задачі є методи оптимізації, які допомагають якомога якісно та ефективно отримати відповідь на шукане питання.

**Побудова моделі розподілу рекламного бюджету.** Розглянемо компанію, що володіє певною клієнтською базою. Ця база може бути розбита на сегменти ( $i = 1, n$ ), кожен з яких характеризується рядом параметрів:

- періодом часу ( $j = 1, m$ );
- дохідністю ( $D_{ij}$ );
- кількістю клієнтів ( $N_{ij}$ ).

Кількість клієнтів, якою компанія буде володіти в майбутньому періоді часу ( $N_{ij}$ ) можна спрогнозувати, враховуючи інформацію про існуючих клієнтів ( $N_{ij-1}$ ), а також з використанням таких показників, як коефіцієнт утримання та залучення:

$$N_{ij} = N_{ij-1} \times k_{\text{утим}} + N_{\text{потенц}} \times k_{\text{залуч}} \quad (1)$$

де  $N_{ij}$  — число клієнтів за конкретний період (життєвий цикл);

$N_{ij-1}$  — існуючі клієнти минулого періоду, по відношенню до яких компанія проводить заходи з утримання;

$N_{\text{потенц}}$  — потенційні клієнти, по відношенню до яких компанія проводить заходи по залученню;

$k_{\text{утим}}, k_{\text{залуч}}$  — коефіцієнти утримання та залучення.

Коефіцієнт утримання — це відношення кількості клієнтів, які роблять повторну покупку в поточному періоді до числа клієнтів у попередньому періоді. Повторна покупка робиться клієнтами внаслідок проведення компанією конкретних маркетингових заходів.

Коефіцієнт залучення — це кількість потенційних клієнтів, які в результаті проведення компанією певних маркетингових заходів стають клієнтами компанії.

Загальний бюджет маркетингових заходів, що здійснюються з метою утримання існуючих і залучення нових клієнтів, у кожному періоді не повинен перевищувати рекламний бюджет компанії:

$${}_{-1}Z_{ij} = Z \quad (2)$$

Таким чином, постає задача вибору оптимальних маркетингових заходів, що дозволять з урахуванням існуючих обмежень на бюджет максимізувати дохід від усіх клієнтських сегментів компанії.

Цільова функція матиме наступний вигляд:

$$= \sum_{i=1}^n D_i \rightarrow \max. \quad (3)$$

де  $D$  — сумарний дохід, що отримується компанією від усіх клієнтських сегментів ( $i = 1, n$ ) за певний період;

$D_i$  — дохід, що отримується компанією від  $i$ -го сегменту за період, що розглядається.

Ціль компанії полягає в тому, щоб розподілити витрати на заходи з залучення та утримання клієнтів таким чином, щоб збільшити сумарний дохід від усіх клієнтів компанії. Цей дохід залежить від ряду факторів: дохідності сегменту, його структури, динаміки клієнтської бази, величини рекламних витрат на залучення та утримання клієнтів.

З урахуванням залежності числа клієнтів від минулого періоду і коефіцієнтів утримання та залучення, перетворимо цільову функцію у такий вигляд:

$$= \sum_{i=1}^n D = \sum_{i=1}^n N_{ij} \times R_{ij} = Z_{ij} = \sum_{i=1}^n (N_{ij-1} \times k_{\text{утр}ij} + N_{\text{потенци}} \times k_{\text{залуч}ij}) \times R_{ij} - Z_{ij} \quad (4)$$

де  $N_{ij}$  — число клієнтів за конкретний період (життєвий цикл);

$N_{ij-1}$  — існуючі клієнти минулого періоду, по відношенню до яких компанія проводить заходи з утримання;

$N_{\text{потенци}}$  — потенційні клієнти, по відношенню до яких компанія проводить заходи по залученню;

$k_{\text{утр}ij}, k_{\text{залуч}ij}$  — коефіцієнти утримання та залучення

$D$  — сумарний дохід, що отримується компанією від усіх клієнтських сегментів ( $i=1, n$ ) за певний період;

$D_{ij}$  — дохід, що отримується від  $i$ -го сегменту за  $j$ -ий період часу;

$R_{ij}$  — прибуток, що отримується компанією с кожного клієнта  $i$ -го сегменту за  $j$ -ий період часу ( $R_{ij} = \text{const}$ ) без врахування маркетингових витрат;

$Z_i$  — рекламні витрати (на залучення потенційних і утримання існуючих клієнтів) на  $i$ -ий клієнтський сегмент за  $j$ -ий період;

$:1, n$  — кількість сегментів.

Застосування коефіцієнтів залучення та утримання на практиці пов'язано з рядом проблем. При розрахунку коефіцієнта утримання достатньо важко визначити ступінь впливу конкретних

маркетингових заходів на рівень лояльності клієнтів. Аналогічна проблема виникає й при знаходженні коефіцієнту залучення, де достатньо важко оцінити, яка кількість клієнтів може бути залучена за допомогою тих чи тих заходів компанії. Таким чином, оптимізаційну модель у тому вигляді, в якому вона подана вище, досить складно застосувати на практиці.

З точки зору даної моделі, не має значення, чи збільшення клієнтів відбулося за рахунок залучення нових клієнтів, чи за рахунок утримання старих. Тому можна замінити коефіцієнти залучення та утримання одним параметром, який буде являти собою функціональну залежність між витратами на залучення клієнтів ( $Z$ ) і темпом зростання клієнтської бази  $T_p = f(Z)$ .

Конкретний вигляд даної функції можна визначити або використовуючи якісні моделі та методи оцінки задоволеності та лояльності клієнтів, або за допомогою інструментів кореляційно-регресійного аналізу.

Використовуючи інформацію про проведені раніше маркетингові заходи можна побудувати графік функції  $T_p = f(Z)$ , який відображає залежність темпу зростання числа клієнтів (а відповідно й доходів) і витрат, направлених на збільшення цих доходів.

Для кожного сегменту клієнтів необхідно побудувати власну функцію  $T_p$ , оскільки для кожного сегменту окремо компанія може розробити свій власний комплекс маркетингових заходів з урахуванням специфічних потреб сегменту. Для спрощення припустимо, що кожен захід впливає тільки на один сегмент клієнтів компанії. Фактично кожний захід, що впливає на кілька сегментів, можна представити як ряд заходів, що впливають на окремі сегменти. При цьому сума бюджетів окремих заходів буде дорівнювати бюджету вихідного заходу.

Отримавши по кожному сегменту криві залежності зміни клієнтської бази від витрат на маркетингові заходи, можна виділити сегменти, котрі характеризуються найбільшою віддачею (дохідністю) від маркетингових заходів. Тому задачею компанії буде розподіл маркетингового бюджету, що забезпечує максимальний приріст доходів від клієнтської бази з врахуванням чуттєвості окремих сегментів до заходів із стимулювання.

Використовуючи отриману модель компанія зможе коректувати свою рекламну політику в напрямку більш привабливих сегментів і вкладати в них максимум коштів. Такий підхід відповідає концепції CRM, згідно з якою необхідно підтримувати і роз-

вивати найбільш перспективних клієнтів і витратити мінімум зусиль на ті групи споживачів, які представляють для компанії меншу цінність.

У результаті ми отримуємо наступну оптимізаційну модель з урахуванням таких обмежень:

$$= \sum_{i=1}^n N_i \times R_i \times f(Z) - Z_i \rightarrow \max . \quad (5)$$

Оскільки рекламні заходи по відношенню до клієнтів обмежені наявними у розпорядженні компанії бюджетними засобами й не можуть бути від'ємними, ми вводимо наступні обмеження:

- на невід'ємність змінних:

$$\geq 0 \quad (6)$$

- на бюджет:

$$= Z_i = Z \quad (7)$$

Задачею компанії є оптимізація рекламної політики для всього життєвого циклу клієнтів, тобто за багато років. Вирішення отриманої моделі для одного року не означає, що дане рішення буде оптимальним для всього життєвого циклу.

Таким чином, треба оцінити ефект від заходів, що проводяться, за увесь життєвий цикл клієнта, і обґрунтованим є застосування концепції часової вартості грошових коштів. Усі майбутні доходи й витрати компанії треба дисконтувати, звівши їх до поточної вартості, використовуючи для цього коефіцієнт дисконтування ( $r$ ).

У результаті модель матиме наступний вигляд:

$$= \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n D = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n \frac{N_{ij} \times R_{ij} \times f(Z) - Z_{ij}}{(1+r)^j} \quad (8)$$

**Результати дослідження.** Розглянемо задачу. Оператор мобільного зв'язку надає послуги за 4 тарифними планами. Згідно з цим усіх користувачів можна поділити на 4 сегменти :1,4.

Для кожного сегмента маємо залежність кількості клієнтів від витрат на рекламу:

$$T1 = 14,69 - \frac{107,5}{Z}$$

$$T2 = -0,0007Z^2 + 0,13Z^2 + 0,13Z + 0,04$$

$$T3 = -0,008Z^2 + 1,57Z^2 + 0,04$$

$$T1 = 14,69 - \frac{107,5}{Z}$$

$$T2 = -0,0007Z^2 + 0,13Z^2 + 0,13Z + 0,04$$

$$T3 = -0,008Z^2 + 1,57Z^2 + 0,04$$

$$T4 = -0,014Z^2 + 2,82Z + 0,177$$

Таким чином отримуємо наступну цільову функцію:

$$D = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^4 R_{ij} \cdot \left( 14,69 - \frac{107,5}{Z_{ij}} \right) - Z_{ij} +$$

$$+ \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^4 R_{ij} \cdot \left( -0,008Z_{ij}^2 + 1,5Z_{ij} + 0,04 \right) - Z_{ij} +$$

$$+ \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^4 R_{ij} \cdot \left( -0,014Z_{ij}^2 + 2,82Z_{ij} + 0,177 \right) - Z_{ij}$$

Оптимізацію проводитимемо засобами MS Excel за допомогою «Поиска решений».

The screenshot shows an MS Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	z11	75,36576			Z	2000									
2	z12	72,50479													
3	z13	70,0178													
4	z21	78,55243													
5	z22	76,98636													
6	z23	78,00099													
7	z31	97,08804	D=	15597,66											
8	z32	96,56331													
9	z33	96,87581													
10	z41	98,33729													
11	z42	99,52319													
12	z43	97,14971													
13	Сума:	1036,965													
14		R	j=1	j=2	j=3										
15		i=1	35	25	20										
16		i=2	50	45	48										
17		i=3	60	40	50										
18		i=4	15	30	10										
19															
20	r	0,15													

The Solver dialog box is open, showing the following settings:

- Установить целевую ячейку: \$D\$7 (5%)
- Равной:  максимальному значению
- Изменяя ячейки: \$B\$1:\$B\$12
- Ограничения:
  - \$B\$1 >= 0
  - \$B\$10 >= 0
  - \$B\$11 >= 0
  - \$B\$12 >= 0
  - \$B\$13 <= \$F\$11
  - \$B\$2 >= 0

Рис. 1. Реалізація пошуку рішення в MS Excel

Отримані результати внесемо до підсумкової таблиці (табл. 1).



## РЕЗУЛЬТАТИ ОПТИМІЗАЦІЇ

Період Сегмент	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$
$i = 1$	75,37	72,5	70
$i = 2$	78,55	76,99	78
$i = 3$	97	96,56	96,88
$i = 4$	98,34	99,52	97,15

Отже, ми отримали оптимальний дохід  $D = 15\,597,66$  у.о.

При цьому ми бачимо, що оптимальна величина рекламного бюджету становить 1036,965 у.о., тобто збільшення цієї суми не дає додаткового ефекту.

Таким чином, ми отримали відповіді на наступні питання:

- 1) скільки витратити на рекламу;
- 2) як саме розподілити витрати на рекламу між сегментами;
- 3) скільки і в який період треба виділяти грошей на рекламу, щоб отримати максимальний прибуток.

**Висновки.** У роботі представлено розробку моделі, яка дозволяє підібрати оптимальний варіант розподілу рекламного бюджету фірми таким чином, щоб максимізувати дохід від усіх клієнтських сегментів. Ідея моделі базується на концепції Customer Relationship Management, що дозволяє виділити найбільш «прибуткові» сегменти клієнтів, для подальшої ефективної взаємодії з ним, попередження переходу клієнтів з цього сегменту до конкурентів і збільшення прибутків компанії.

Отримані функціональні залежності можна використовувати для прогнозування величини клієнтської бази в майбутніх періодах. Результатами є не тільки оптимальний розподіл витрат, але й оптимальна величина рекламного бюджету. Це є актуальним питанням, адже будь-яке відхилення від оптимальності приводить до неефективності: при меншому бюджеті компанія недоотримує прибуток від продажів (тому що не всі споживачі інформовані про товар), при більшому бюджеті компанія просто викидає частину засобів на вітер (тому що всі споживачі інформовані й додаткова реклама не потрібна).

## Література

1. «Обзор методов расчета рекламного бюджета» [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.impulses.ru/part2-5.php>.
2. «Методы определения рекламного бюджета компании» [Электронный ресурс] / ИгорьМакиенко // Маркетинг в России и за рубежом. — № 2/2003. — Режим доступа <http://www.mavriz.ru/articles/2003/2/89.html>.
3. *Danaher, Peter J. and Roland T. Rust.* Determining the Optimal Level of Media Spending, *Journal of Advertising Research*, January/February 1995.
4. *Danaher, Peter J.* Optimizing Response Functions of Media Exposure Distributions, *Journal of the Operational Research Society*, July 1991.

Стаття надійшла до редакції 16.05.2012