

Цибульська К.Л.

Стець О.В.

канд. фіз-мат. наук., доцент
ORCID ID: 0000-0001-5514-3533

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

ECONOMIC-MATHMETICAL MODELING OF ADVERTISING EFFECTIVENESS

В сучасних економічних відносинах все більш вагомую стає діяльність комерційних підприємств, частка яких на світовому ринку з роками зростає. Реклама грає величезну роль в збереженні і зміцненні позицій компанії на ринку. Перед будь-яким підприємством, що виробляє товар, виникає проблема його збуту, тому, як правило, в якості основної мети рекламної кампанії фірми називають збільшення збуту або підтримання його на колишньому рівні. Універсальним методом оцінки ефективності роботи підприємства є збут. Реклама впливає на збут в основному через підвищення рівня популярності продукту і компанії, і створення образу продукту і компанії. Однак для того, щоб реклама працювала, необхідно розробити стратегію рекламної кампанії. Розрахувати доцільність всіх рекламних акцій, створити чітку і оптимальну послідовність дій і рекламних акцій. Використовується безліч методів дослідження, застосовуються різні інструменти, а результати інтерпретуються різноманітними способами, в тому числі і з використанням методів аналізу, запозичених з інших дисциплін - економіки, соціології, психології. Непрямим ознакою неоднозначності і заплутаності питання оцінки ефективності реклами є кількість одних тільки моделей сприйняття її споживачами - більше п'ятдесяти в двох з половиною сотнях різних книг, статей і монографій. Сучасний стан як локальних, так і міжнародних ринків характеризується підвищенням значимості та цінності інформації як з боку продавців, так і клієнтів. Щодня зростає об'єм інформації. Саме тому, необхідно приділяти увагу не тільки кількісним характеристикам комунікацій, але й якісній складовій - ефективності використання комунікаційних інструментів. Адже, забезпечення клієнта необхідною йому інформацією - один із ключових факторів успішного ведення бізнесу. Метою роботи є розробка та обґрунтування математичної моделі для оцінки ефективності реклами та розробки методу комплексної оцінки рекламної діяльності компанії а також вирішення проблеми оптимізації витрат на рекламну кампанію та оптимізація розміру рекламного бюджету. Об'єктом дослідження є рекламна діяльність, що компанія проводить для того, щоб отримати більше прибутку. Предметом дослідження є економіко-математична модель оптимізації рекламної діяльності, що описує існуючу проблему в загальному контексті економіки.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, реклама, ефективність, маркетинг, інтернет-комунікації.

In today's economic relations, the activity of commercial enterprises, whose share in the global market is increasing over the years, is becoming more and more important. Advertising plays a huge role in maintaining and strengthening the company's position on the market. Before any company that produces a product, there is a problem with its sales, so as a rule, as the main goal of the company's advertising campaign called sales increase or maintaining it at the same level. The universal method for assessing the efficiency of an enterprise is sales. Advertising affects sales mainly because of increasing the popularity of a product and company, and creating an image of a product and company. However, in order for the advertisement to work, it is necessary to develop a strategy of advertising campaign. Calculate the expediency of all promotions; create a clear and optimal sequence of actions and promotions. Studies of advertising effectiveness are conducted over a long period of time. Many methods of research are used, different tools are used, and the results are interpreted in a variety of ways, including using methods of analysis borrowed from other disciplines - economics, sociology, psychology. The current state of both local and international markets is characterized by an increase in the importance and value of information from both sellers and customers. The amount of information is increasing every day. That is why it is necessary to pay attention not only to the quantitative characteristics of communications, but also to the qualitative component - the effectiveness of the use of communication tools. After all, provided that the client with the information he needs is one of the key factors for successful business. The purpose of the work is to develop and substantiate a mathematical model for assessing the effectiveness of advertising and to develop a method for integrated assessment of advertising activities of the company, as well as to solve the problem of optimizing the cost of advertising campaign and optimizing the size of the advertising budget. The object of research is the advertising activity that the company conducts in order to gain more profit. The subject of the study is the economic-mathematical model of advertising optimization, which describes the existing problem in the general context of the economy.

Keywords: economic-mathematical modelling, advertising, effectiveness, marketing, Internet communications.

Вступ. Реклама відіграє величезну роль у підтримці та зміцненні позицій фірми на ринку. Питання про оцінку ефективності реклами залишається відкритим. Непрямою ознакою двозначності і плутанини в питанні оцінки ефективності реклами є кількість одних тільки моделей сприйняття її споживачами - понад п'ятдесят дві сотні різних книг, статей і монографій. Український рекламний ринок відносно молодий, тому, в порівнянні з більш традиційними ринками, він не має яскраво виражених певних зав'язків і відносин. Без реклами унеможлиблюється масове виробництво, яке може забезпечити зростання робочих місць та зниження цін на товари. Тому інститут реклами є невід'ємною частиною ринкової економіки, він виконує багато функцій і виступає надважливим інструментом розвитку ринку.

За останні 10-15 років розвиток нових технологій призвів до різких змін в процесі управління бізнесом і ведення. Саме тому використання Інтернету стало не тільки актуальним, а й просто необхідним для компаній в умовах глобалізації світової ринкової економіки.

Інтернет сьогодні - це швидкий канал просування, в якому поєднуються всі типи інформації для юридичних та фізичних осіб. Цей елемент маркетингових комунікацій є найбільш ліберальним засобом отримання або відправлення повідомлень та необхідних засобів інформаційної зброї. Присутність в Інтернет просторі та віртуальні комунікації стають передумовою конкурентоспроможності підприємництва.

Питання визначення та класифікації маркетингових комунікацій були предметом наукового дослідження як іноземних (Ф. Котлер, Д. Блід, Т. Кеглер, П. Дулінг, Б. Тейлор, І. Успенський, Е. Попкова, А. Акімова, Т. Мітрамович), так і вітчизняних економістів (Я.Ромат, Т.Прімак, І.Литовченко, В.Пилипчук).

Поєднання можливостей Інтернету та реклами сьогодні відкриває широкі можливості для онлайн-реклами. У той же час, реклама в Інтернеті вимагає значно менших витрат, як фінансових, так і фізичних, і система управління рекламним процесом повністю автоматизована та включає в себе більш гнучкі параметри компонентів рекламної кампанії.

Не менш важливим є той факт, що багато користувачів Інтернету є високоосвіченими людьми з прибутками вище середнього, що привертає увагу потенційних рекламодавців різноманітних товарів та послуг.

Постановка завдання. Досліджується робота інтернет-магазину з продажу аксесуарів, який замовив послуги постачальника інтернет-банерів. У магазині грошові кошти які надходять з продажу товарів, а деякі з них будуть витрачені на замовлення рекламних послуг, що, в свою чергу, повинно збільшити кількість продажів і, відповідно, дохід магазину. У магазині є певна кількість співробітників, тобто у нього є деяка пропускна здатність обробки замовлень. Завдання полягає в тому, щоб максимізувати прибуток інтернет-магазину, беручи до уваги можливість використання банерної реклами.

У спрощеному вигляді роботу інтернет-магазину без проведення рекламної кампанії можна представити як взаємозв'язок між двома групами людей – тих V , хто пам'ятає про придбання будь-якого товару і тих U , хто не знає про магазин або не робив покупки у магазині або не пам'ятає про це, де потік людей α з U до V позначає миттєвий процес покупки товару.

Проте, людина пам'ятає про здійснення покупки в конкретному магазині лише тимчасово і тому виникає зворотній потік β .

Тому варто сприймати стан U як невизначене середовище з якого будуть приходити і повертатись потоки, що пов'язані з системою.

Для розрахунку рекламного процесу до системи вводиться стан F – це ті, хто побачив рекламу та на деякий час запам'ятали, що існує певний інтернет-магазин. Оразу виникають два потоки – потік δ тих, хто перейшов по рекламі та потік γ тих, хто забув інформацію, отриману з сайту за допомогою реклами.

Також виникає третій потік μ - це ті, хто перейшовши рекламою, зробили покупку у магазині.

Для відображення негативного фактору реклами введемо стан I - ті, у кого залишилось негативне враження від магазину після ознайомлення з магазином внаслідок реклами.

У такому разі виникають ще два потоки - потік ϕ тих, хто отримав негативне враження від магазину після ознайомлення з магазином внаслідок реклами та потік ω - тих, хто забув про отримане негативне враження.

Результати дослідження. Економіко-математична модель має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} B(0) = 70,35 \quad F(0) = 0 \quad \square(0) = 0 \quad m(0) = 0; \\ \frac{dB}{dt} = \alpha - \frac{B(t)}{30} + conv \cdot adt \cdot F(t); \\ \frac{dF}{dt} = CTR \cdot \frac{h_t \cdot k}{30} - conv \cdot adt \cdot F(t) - g \cdot F(t) - \left(0,5 - \frac{1}{\left(\frac{B(t)}{B_0}\right)^2} \right)^3 \cdot F(t); \\ \frac{dI}{dt} = \left(0,5 - \frac{1}{\left(\frac{B(t)}{B_0}\right)^2} \right)^3 \cdot F(t) - e^{-h_t} \cdot I(t); \\ \frac{dm}{dt} = (\alpha + conv \cdot adt \cdot F(t)) \cdot (1 - cp) \cdot asc - (h_t \cdot stax)_{30}; \\ B(t), F(t), I(t) \geq 0; \\ h_t \in [0, 0.1, 0.2, \dots, 1]. \end{array} \right.$$

Показник конверсії, в інтернет-маркетингу - це відношення числа відвідувачів сайту, що виконали на ньому будь-які цільові дії (у нашому випадку це покупка), до загальної кількості відвідувачів сайту. Показник конверсії $conv$ для покупки через сайт становить $conv = 0.5\% \cdot 63\% + 1.05\% \cdot 37\% = 0.7035\% = 0.007035$.

Середня кількість покупок (покупців) на день становитиме:

$$\alpha = \frac{\text{кількість відвідувачів сайту на місяць} \cdot conv}{30} = 2.345.$$

Припустимо, що відвідувач пам'ятає про здійснення покупки в інтернет-магазині протягом одного місяця, отже

$$\beta = \frac{1}{30} \cdot B(t).$$

Початковий стан B_0 , коли рекламна кампанія ще не почалась:

$$B_0 = 10000 \cdot conv = 70.35.$$

Тарифи на послуги становлять у середньому 7000 гривень за один мільйон показів банеру. Припускається, що максимальний об'єм k пропонованих послуг становить 10 мільйонів показів банерів на місяць. Можливо замовити послуги рекламного агенства за кількістю показів банеру з кроком в один мільйон:

$$\text{кількість показів банерів на місяць} = k \cdot h_t$$

де h_t - це параметр керування, що може бути змінений один раз у перший день кожного місяця. Відображається умова замовлення об'єму показів за кроками як:

$$h_t \in [0, 0.1, 0.2, \dots, 1]$$

Показник CTR – це відношення числа кліків на банер до числа його показів:

$$\delta = CTR \cdot \frac{h_t \cdot k}{30}.$$

Вплив одного перегляду рекламного банеру затухає за 30 днів:

$$g = \frac{6}{24 \cdot 30} = 0.0083;$$

$$\gamma = g \cdot F(t).$$

Потік тих, хто зробив купівлю внаслідок відвідування сайту через банерну рекламу:

$$\mu = conv \cdot adt \cdot F(t).$$

Де adt – відсоток придбань товару внаслідок рекламних кампаній, який становить 8%.

Потік φ визначається як:

$$\varphi = \left(0.5 - \frac{1}{\left(\frac{B(t)}{B_0}\right)^2}\right)^3 \cdot F(t).$$

Де $\left(\frac{B(t)}{B_0}\right)^2$ – механізм «прискорення» потоку φ через зростання та, як наслідок, надмірну кількість замовлень у інтернет-магазині, які не встигають обробляти.

$$\omega = e^{-\left(\frac{h_t \cdot k}{k}\right)} \cdot I(t) = e^{-h_t} \cdot I(t).$$

Прибуток інтернет-магазину можна визначити наступним чином:

$$m(t) = (\alpha + conv \cdot adt \cdot F(t)) \cdot (1 - cp) \cdot asr.$$

Де собівартість товару $cp = 0.9$ та середній чек $asr = 827$ гривень.

Крок моделювання $t - 1$ день. Мета – максимізувати щомісячний прибуток інтернет-магазину керуючи параметром h_t .

Розрахунки проводяться методом Рунге-Кутта 4 і 5 порядків.

1. $h_t = 0$ протягом 180 днів. Рекламна кампанія не проводиться, магазин отримує прибуток лише через потік α (таблиця 1).

Таблиця 1 – Прибуток магазину при $h_t = 0$

t	B(t)	F(t)	I(t)	m(t)
0	70.35	0	0	0
30	0.35	0	0	5624.014
60	70.35	0	0	11441.96
90	70.35	0	0	17259.9
120	70.35	0	0	23077.85
150	70.35	0	0	28895.79
180	70.35	0	0	34713.74

Отриманий прибуток становить 34713 гривень.

2. $h_t = 0,1$ протягом 180 днів (таблиця 2).

Таблиця 2 – Прибуток магазину при $h_t = 0,1$

t	B(t)	F(t)	I(t)	m(t)
0	70.35	0	0	0
30	148.0542	11619.58	1060.958	14383.68
60	225.4951	10991.78	8987.619	36906.24
90	232.9995	9396.761	12713.7	56712.83
120	228.5933	9183.005	13504.36	75426.64
150	226.9207	9242.08	13676.22	94105.62
180	226.8163	9272.997	13758.67	112854.9

Отриманий прибуток становить 70854 гривень.

3. $h_t = 1$ протягом 180 днів (таблиця 3).

Таблиця 3 – Прибуток магазину при $h_t = 1$

t	B(t)	F(t)	I(t)	m(t)
0	70.35	0	0	0
30	581.6042	58123.49	67687.64	66239.97
60	851.6655	54317.95	162981.7	150107
90	930.6766	53425.69	226996.9	230983.5
120	955.5886	53228.43	270888.7	311231.2
150	963.7214	53174.18	301196.6	391327.2
180	966.397	53157.49	322136	471378.8

Отриманий прибуток становить 51378 гривень.

Висновки. Основне призначення будь-якого підприємства як суб'єкта ринкових відносин є задоволення соціально-економічних потреб, але метою діяльності будь-якого підприємця є отримання прибутку.

Підсумком роботи є алгоритм, що розраховує оптимальний параметр $h_{\text{топт}}$ належить множині $[0,5;0,9]$. Так вийшло через умови предметної області – порівняти прибуток для зміни h_t ми можемо лише раз на місяць, коли замовляємо рекламу. Варто обирати h_t у множині $[0,6;0,8]$. А заради страхування своїх грошей варто купувати рекламу за найменшої вартості при $h_{\text{топт}}$, тобто варто обрати $h_t=0,6$, що принесе максимум прибутку за заданих умов.

Виходячи із цих двох тверджень в даній роботі були розглянуті ті аспекти рекламної діяльності підприємства, які б не тільки задовольняли інтереси власника ресурсів, але і їх споживача.

Література:

1. Бобильова М.П. Рекламний менеджмент: основи професійної діяльності. - М.: ТОВ «Журнал» Управління персоналом», 2004. - 240 с.
2. Кремер Н. Ш. Эконометрика / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 381 с.
3. Лаптев О.М. Методи і моделі оцінки ефективності рекламної діяльності фірми: дис. ... Канд. екон. наук / О.М. Лаптев. - СПб., 2000. - 118 с.
4. Новаківський І. І. Інформаційні системи в менеджменті: системний підхід: [навч. посіб.] / І. І. Новаківський, І. І. Грибик, Т. В. Федак. – Львів: Львів. політехніка, 2010. – 260 с.
5. Пономаренко В. С. Інформаційні системи і технології в економіці / під ред. В. С. Пономаренка. – К.: Академія, 2009. – 542 с.

6. Реклама в бізнесі: навч. посібник / Упоряд. Т.К. Серьогіна, Л.М. Титкова; під заг. ред. Л.П. Дашкова. - М. : Інформаційно-впроваджувальний центр «Маркетинг», 1996. - 211 с.
7. Ромат Є.В. Реклама. - Сер. «Короткий курс» .- СПб. : Питер. 2004. - 176 с.
8. Семіглазов В.А. Оптимізація витрат на рекламну кампанію // Маркетинг. - 2007. - No 1. - С. 63-70.