

Острянин С. О., д. т. н. Яковенко О. Г.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (Україна)

МОДЕЛЮВАННЯ РЕКЛАМНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ З ВРАХУВАННЯМ ЗМІНИ ПОПИТУ ЗА ДИФУЗІЙНИМ ЗАКОНОМ

В умовах розмаїття не лише брендів, що пропонують товари на конкурентних ринках, а й видів товарів, що ділять ці ринки на ніші, визначну роль займає масова комунікація та реклама як засоби інформування потенційних споживачів про товари та сервіси інноваційного характеру. Відповідно, компанії що займаються збутом такої продукції потребують реалізації математичних моделей оптимізації рекламної діяльності у програмному забезпеченні.

Припустимо, що суспільство можна поділити на дві групи за їх відношенням до інновації: тих, хто прийняв її до використання та тих, хто ще цього не зробив. Відношення учасників до певної інновації можна описати певним кількісним параметром: що чим більше його значення, тим вищим є ступінь прийняття інновації цим учасником.

У суспільному процесі прийняття інновацій учасники з високим рівнем прийняття інновації через міжособистісну комунікацію зі своїм оточенням впливають на тих, в кого рівень прийняття нижчий. Процес прийняття інновації пришвидшується разом зі збільшенням частки суспільства, що вже прийняла інновацію [7].

Загальна ідея застосування дифузії у суспільних науках широко розглянута в наукових роботах вітчизняних та зарубіжних вчених. В. Вітлінський [1] застосовує дифузію для побудови математичної моделі накопичення капіталу. О. Яковенко [3; 4] у своїй роботі визначає темп приросту капіталу з рівняння Колмогорова-Петровського-Пискунова на основі застосування дифузійного процесу на макрорівні з урахуванням зміни області визначення розв'язку. М. Бертотті [5] послідовно досліджує та на основі емпіричних даних підтверджує факт підпорядкування динаміки продажів споживчих товарів дифузійному закону, продовжуючи ідею Ф. Басс що першим почав застосовувати дифузію у маркетингових моделях. Д. Мур [7] у серії наукових робіт досліджує явище виходу високотехнологічного товару на ринок як дифузійний процес. Е. Роджерс [8] застосовує дифузію для опису поширення інновацій у суспільстві.

Процес поширення інноваційного товару чи послуги серед населення також можна моделювати як явище дифузії: початкова маса користувачів-новаторів обумовлює прийняття інновації, впливаючи на власне оточення а інновація відповідно, поширюється з певною змінною швидкістю. Можна зробити припущення про те, що в кожному окремий момент часу максимальний об'єм продажів інноваційного товару кожного окремого бренду є обмеженим тією кількістю людей, що прийняли інновацію, проте ще не зробили покупку.

Оптимізаційна модель планування рекламної діяльності з критерієм максимізації прибутку включає в себе значення максимально можливих об'ємів продажів для всього горизонту планування як обов'язкові для вказування вихідні умови задачі. Авторами враховано недолік оптимізаційної моделі, описаної в [2], де було фіксоване значення максимально можливої величини продажів, що не змінювалося з часом. Видозмінимо вихідну модель та будемо визначати максимально можливі обсяги продажів на основі моделювання прийняття інновації споживачами як дифузійного процесу.

Розглянемо математичну модель дифузії інноваційних товарів, для розрахунку застосуємо рекурентну формулу розрахунку максимально можливого обсягу продажів у кожному періоді планування згідно з дифузійним законом [5–7]. Введемо наступні змінні:

m – загальна цільова аудиторія споживачів, вимірюється в кількості осіб,

$N(t)$ – кількість споживачів, що готові обрати конкретну пропозицію товару та є потенційними покупцями в момент часу t ,

p – коефіцієнт інновації або зовнішнього впливу від масової комунікації, $p \in [0, 1]$,

q – коефіцієнт імітації або внутрішнього впливу від міжособистісної комунікації, $q \in [0, 1]$

$$N(t) = \left(p + q \frac{N_c(t)}{m} \right) (m - N_c(t)) \quad (1)$$

$$N_c(t) = \sum_{j=1}^{t-1} N(j) \quad (2)$$

$N_c(t)$ – кумулятивна величина, показує кількість споживачів, що вже прийняли рішення та, ймовірно, зробили покупку певного типу товару на момент часу t .

Враховуючи відсутність можливості оцінити значення коефіцієнтів p та q на основі історичних даних через їх відсутність для інноваційного товару, що виводиться на ринок, пропонується їх встановлення експертним шляхом

з можливістю автоматичного коригування протягом періодів $t = (3; T)$ на основі даних про продажі у попередніх періодах.

Тоді, загальна оптимізаційна модель максимізації прибутку шляхом розподілу рекламних вкладень матиме наступний вигляд:

накопичений рекламний ефект:

$$y_{0k}(g) = \widetilde{y}_{0k}, \quad (3)$$

$$y_{tk}(g_{tk}) = \delta_k y_{t-1k}(g_{tk}) + g_{tk}, \quad (4)$$

де \widetilde{y}_0 – накопичений рекламний ефект на початку горизонту планування,

y_{tk} – накопичений рекламний ефект у періоді t ,

δ_k – коефіцієнт утримання рекламного ефекту між періодами,

g_{tk} – кількість придбаних розміщень реклами через канал k у періоді t , що вимірюватимемо у GRP [2].

Функція, значення якої оптимізується (прибуток оптимізується шляхом розподілу рекламних вкладень між каналами k та періодами часу t [2]:

$$\max_x F_S(x) = \sum_{tk \in T K} \{p_{tk} \bar{\alpha}_{tk} (1 - e^{-\bar{\beta}_k (\delta_k y_{t-1}(g_{tk}) + g_{tk})}) - c_{tk} g_{tk} + z_{tk}\}, \quad (5)$$

де p_t – прибуток на одиницю проданої продукції, що рекламується,

α_{tk} – рівень рекламного насичення в період t для каналу k ,

β_{tk} – спадна віддача від масштабу в період t для каналу k ,

c_{tk} – вартість каналу комунікації k в періоді $t \in \{1, \dots, T + 1\}$, $c_{tk} > 0$,

z_{1k} – значення вихідного рівня накопиченого рекламного ефекту для каналу k ,

z_{Tk} – значення кінцевого рівня накопиченого рекламного ефекту для каналу k .

Враховуючи дифузійний характер процесу, рівні рекламного насичення будемо розраховувати наступним чином:

$$\bar{\alpha}_{tk} = N_k(t). \quad (6)$$

Загальну максимальну величину продажів у кожному періоді $\mathbf{N}(t)$ ділимо за каналами на основі частки загальної аудиторії, яку охоплює цей канал:

$$N_k(t) = N(t) * \frac{r_k}{\sum_k r_k}, \quad (7)$$

де r_k – величина аудиторії, що охоплюється рекламним каналом k .

Доповнимо сформульовану задачу формулою акумульованого прибутку у періоді t :

$$AP_t = AP_{t-1} - \sum_{k=1}^K c_{t-1k} g_{t-1k} + \sum_{k=1}^K p_{t-1k} \bar{\alpha}_{t-1k} (1 - E[e^{-\bar{\beta}_k y_{t-1k}}]), \quad (8)$$

де AP_t – акумульований прибуток у періоді $t = (2, T)$.

Для першого періоду акумульований прибуток AP_1 задається величиною, яку приймає управлінець на основі доступного бюджету.

Введемо обмеження можливих сумарних вкладень у рекламу у періоді t величиною акумульованого прибутку AP_t :

$$\sum_{k=1}^K c_{tk} g_{tk} \leq AP_t. \quad (9)$$

У ході проведеного дослідження було визначено проблему оптимізації розподілу рекламного бюджету у ході планування рекламної підтримки виходу інноваційного товару на ринок. Пропонується моделювання процесу поширення інноваційних товарів споживчим ринком як процес дифузії. Побудована модель визначення максимально можливих обсягів продажів для кожного періоду горизонту планування рекламної діяльності на основі дифузійного закону. Запропонована інтеграція нової моделі з оптимізаційною моделлю планування розподілу рекламних витрат у просторі та часі.

Список використаних джерел:

1. Вітлінський В. В. Дифузія капіталу: математична модель, її теоретичне вивчення / В. В. Вітлінський, Ю. В. Коляда // Економічна кібернетика : міжнар. наук. журнал. – 2005. – №5-6. – С. 24–31.
2. Острянин С. О. Динамічне визначення бюджету рекламної кампанії / С. О. Острянин // Бізнес Інформ. – 2017. – №10. – С. 204–209.
3. Яковенко О. Г. Математичні моделі процесів активності в економічній динаміці : моногр. / О. Г. Яковенко. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Дніпро : Біла К.О., 2017. – 295 с.
4. Яковенко О. Г. Моделювання циклічних процесів на основі рівняння Колмогорова-Петровського-Пискунова / О. Г. Яковенко // Економічна кібернетика : міжнарод. наук. журнал. – 2006. – №5-6 (41-42). – С. 34–37.
5. Bertotti M. L. The Bass diffusion model on networks with correlations and inhomogeneous advertising / Bertotti. // Chaos, Solitons and Fractals. – 2015. – С. 55–63.
6. Levitt T. Exploit the Product Life Cycle / Theodore Levitt. // Harvard Business Review. – 1965.
7. Moore G. Crossing the Chasm: Marketing and Selling Hightech Products to Mainstream Customers / Geoffrey Moore. – New York: Harper Collins, 2002.
8. Rogers E. Diffusion of Innovations / Everett Rogers. – New York: Free Press, 2003.