

УДК 658.8:519.8:659

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПРОСУВАННЯ НА РИНОК  
ІННОВАЦІЙНОГО ПРОДУКТУ ПІДПРИЄМСТВА****Волкова В.В., к.е.н.***E-mail: vvv.ek.dnu@i.ua***Васютенко М.Р.***E-mail: mariavasuytenko@gmail.com**Дніпропетровський національний університет імені О. Гончара*

Метою роботи є використання наукового підходу щодо процесів просування на ринок інноваційного продукту підприємства на засадах математичного моделювання. З цією метою у статті досліджено процес просування на ринок інноваційного продукту підприємства та визначено фактори, що суттєво впливають на вказаний процес. З'ясовано, що до цих факторів необхідно віднести ситуацію на відповідному ринку, поведінку та можливості підприємства-конкурента, можливу динаміку продажу товару протягом життєвого циклу його існування, ступінь зовнішніх та внутрішніх впливів на швидкість поширення інноваційного продукту, а також ефективне використання реклами, що є важливим джерелом інформації на початкових етапах дифузії інновації для її сприйняття споживачами. Запропоновано модель задачі просування на ринок інноваційного продукту підприємства за допомогою рекламної кампанії. До переваг моделі можна віднести: визначення сумарного дисконтованого прибутку підприємства від продажу інноваційного продукту протягом всього життєвого циклу його існування з урахуванням витрат на рекламу; відображення динаміки продажів підприємства та його конкурентів через коефіцієнти інновації, імітації та перехресного впливу. Результати досліджень, представлені в роботі, можуть бути використані у практичній діяльності підприємства, перед яким постає проблема просування на ринок інноваційного продукту.

**Ключові слова:** інноваційний продукт, дифузія інновацій, життєвий цикл інноваційного продукту, коефіцієнт інновації, коефіцієнт імітації, рекламна кампанія, оптимізація рекламного бюджету, математичне моделювання

UDC 658.8:519.8:659

**MODELING PROCESS PROMOTION TO MARKET INNOVATIVE  
PRODUCT COMPANY****Volkova V.V., PhD in Economics***E-mail: vvv.ek.dnu@i.ua***Vasyutenko M.R.***E-mail: mariavasuytenko@gmail.com**Dnipropetrovsk National University O. Honchar*

The aim of the study is to use a scientific approach to processes of promotion to a market an innovative product of a company based on mathematical modeling. For this purpose, the processes of promotion to market an innovative product of company and the factors that significantly affect this process have been investigated. It has been found that these factors should take into account the situation in the relevant market, the behavior and capabilities of the enterprise competitor, potential growth of sales of goods over the life cycle of its existence, the degree of internal and external influences on the rate of spread of product innovation and effective use of advertising, which is an important source of information in the early stages of diffusion of innovations to its perception by consumers. A model of promoting to market of innovative product with using advertising company has been proposed. The advantages of the proposed model include: definition of the total discounted income from the sale of the enterprise product innovation throughout its lifecycle given the cost of advertising, mapping the dynamics of sales of the company and its competitors in terms of the coefficients of innovation, imitation and cross-impact. The results of studies presented in this article can be used in the practice of the company that faces the problem promoting of an innovative product to a market.

**Key words:** innovative product companies, diffusion of innovations, the life cycle of an innovative product, the coefficient of innovation, the coefficient of imitation, advertising campaign, advertising budget optimization, mathematical modeling

**Актуальність проблеми.** У сучасній економіці інноваційна діяльність є необхідною умовою комерційного успіху підприємств на ринку. Інновація – це кінцевий результат інноваційної діяльності, який дістав утілення у вигляді введеного на ринок нового чи вдосконаленого продукту, процесу, що використовується у практичній діяльності, або новому підходу до соціальних послуг [1]. Процес впровадження інноваційних продуктів на ринок, його завоювання – це процес дифузії інновацій. Швидкість дифузії визначається наступними основними факторами: відносними перевагами новинки; сумісністю з навколишнім середовищем, існуючими цінностями і минулим досвідом; складністю освоєння; можливістю випробування до прийняття остаточного рішення; комунікаційною наочністю – ступенем, з якою результати інновації можуть бути побачені й оцінені іншими людьми [2].

На швидкість дифузії можна впливати за допомогою різних маркетингових інструментів, зокрема, реклами. Адже реклама є важливим джерелом інформації на початкових етапах дифузії інновації для її сприйняття споживачами. Ефективне використання реклами надзвичайно важливе на етапі просування нового товару (інновації) на ринок. Саме ефективне використання рекламного бюджету, оптимізація його розподілу по періодам протягом

життєвого циклу інноваційного продукту суттєво впливає на швидкість поширення нового товару на ринку. Необхідність ефективного використання реклами пов'язане ще з тим, що, прискорюючи швидкість проникнення нових товарів на ринок, підприємство має можливість швидше окупити вкладені в інновацію кошти, підвищити рентабельність цих вкладень.

**Аналіз останніх наукових досліджень.** За останні півстоліття накопичено досить великий досвід економіко-математичного моделювання процесу поширення інноваційних продуктів на ринку в роботах як зарубіжних, так і вітчизняних вчених. Зокрема модель дифузії інновацій Е. Роджерса [3] описує появу на ринку нового продукту, характеризуючи його поширення за допомогою s-подібної кривої. Клас дифузійних моделей досить широкий і добре узгоджується з практикою, що представлено в роботах В.Б. Колмановського, Ф. Майєра, Р. Переса, М. Райта [4,5,6,7]. Початком практичного застосування моделей дифузії в маркетингу вважається модель Ф.М. Басса [8], суть якої полягає в тому, що зростання кількості споживачів інноваційного продукту пояснюється двома ефектами: ефект реклами, ефект міжособистісної комунікації. Подальші модифікації вказаної моделі пов'язані з врахуванням впливу реклами на швидкість поширення інновації [9], витрат на рекламу та ефективності проведення рекламної кампанії на швидкість просування нового товару на ринок [3]. Існують моделі, що дозволяють визначити оптимальну структуру рекламного бюджету та здійснити розподіл його по періодах [9,10].

Оцінюючи результати вищезначених досліджень, необхідно підкреслити, що існуючі моделі просування на ринок інноваційного продукту не враховують можливу появу на ринку конкурентного інноваційного продукту, що може замінити вже наявний, та призначені лише для прогнозування динаміки просування нового товару. А моделі розподілу рекламного бюджету по періодах не враховують фази життєвого циклу продукту, динаміку продажу товарів, що є суттєвим недоліком.

Тому актуальною є проблема розробки моделі динаміки продажів нового товару (інновації), що враховує вплив інтенсивності реклами на швидкість його дифузії, а також оптимізації рекламного бюджету підприємства з урахуванням фаз життєвого циклу продукту та наявності на ринку конкурентного продукту.

**Мета роботи** – використання наукового підходу щодо процесів просування на ринок інноваційного продукту підприємства за допомогою рекламної кампанії на засадах математичного моделювання.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Розглянемо функціонування виробничого підприємства А, основна діяльність якого пов'язана з розробкою, впровадженням у виробництво та випуском інноваційного продукту. Припустимо, що на момент виходу нового товару підприємства А, на ринку функціонує підприємство Б, яке вже деякий час випускає інноваційний продукт, що має схожі функціональні характеристики з продуктом підприємства А. Тому ринковий простір та цільовий сегмент споживачів для цих підприємств співпадають. Кожне підприємство прагне завоювати певну частку ринку, збільшити кількість споживачів свого товару з метою максимізації прибутку. Тобто між підприємствами виникає конкурентна боротьба. В цих умовах мета підприємства Б – зберегти відповідну частину ринку, а перед підприємством А постає більш складна задача, пов'язана з необхідністю переконання потенційних покупців товару віддати перевагу саме йому.

В будь-якому випадку розробка нових товарів вимагає істотних витрат, а їх просування на ринок пов'язане зі значними ризиками, конкуренцією. В цих умовах особливу роль відіграє ефективне використання реклами. Тому керівництвом виробничого підприємства А вирішено вжити заходів щодо організації ефективної рекламної кампанії, що дозволить прискорити просування інноваційного продукту на ринок, тобто вплинути на швидкість дифузії інновації.

Однак організація рекламної діяльності також потребує певних фінансових витрат. Отже постає задача визначення економічно обґрунтованої величини рекламного бюджету підприємства А з урахуванням періодів життєвого циклу інноваційного продукту, що просувається на ринок. Поняття «життєвий цикл інноваційного продукту» вживається в даному дослідженні щодо життєвого циклу нововведення як продукту чи технології в процесі реалізації та задоволення попиту. Життєвий цикл продукту показує часовий інтервал, який охоплює кілька фаз розвитку, кожна з яких відрізняється особливим характером процесу. Етап виведення на ринок – це етап налагодження технологічного процесу, випуску пробної партії та ринкова апробація, формування стратегії та каналів збуту, на якому прибуток відсутній. Етап зростання – період швидкого сприйняття нового товару ринком і швидкого зростання прибутків від його реалізації. Етап зрілості характеризується уповільненням темпів збуту внаслідок придбання товару більшістю покупців. Товар перестає бути новинкою. Прибуток стабілізується або зменшується у зв'язку зі зростанням витрат на його

захист від конкурентів. Етап занепаду – це різке падіння збуту і зниження прибутків, товар знімається з виробництва [1].

Сформулюємо задачу просування інноваційного продукту на ринок за допомогою рекламної кампанії для підприємства А. Будемо розглядати динаміку продажів нових товарів для обох підприємств, що ведуть конкурентну боротьбу. Кожен акт придбання інноваційного продукту кожного з підприємств здійснюється або під впливом реклами та засобів масової інформації, або під впливом думки індивідів, які вже придбали один з продуктів. При цьому потенційні покупці одного продукту можуть придбати інший під впливом тих, хто вже здійснив покупку одного з продуктів. Вплив внутрішніх факторів – особистих контактів користувачів інновації з їх потенційними споживачами – збільшується зі збільшенням кількості індивідів, які вже придбали інноваційний продукт. Загальна кількість потенційних споживачів незмінна у часі. Зі збільшенням загальної кількості споживачів, що вже придбали інноваційний продукт та, як наслідок, зменшенням кількості потенційних споживачів, швидкість поширення (дифузії) інновації знижується.

Необхідно визначити оптимальну величину витрат на рекламу відповідно до періодів життєвого циклу інноваційного продукту підприємства А з урахуванням динаміки обсягів продажів підприємств-конкурентів, що дозволить максимізувати прибуток цього підприємства.

З урахуванням вищезначеного, пропонується наступна економіко-математична модель задачі просування на ринок інноваційного продукту підприємства за допомогою рекламної кампанії:

$$\int_0^T B(t) \cdot ((p - c) \cdot n_2(t) - A(t)) dt \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{aligned} n_1(t) = \frac{dN_1(t)}{dt} &= (p_1 + q_1 \frac{N_1(t)}{m} + q_{12} \frac{N_2(t)}{m})(m - N_1(t) - N_2(t)) \end{aligned} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{aligned} n_2(t) = \frac{dN_2(t)}{dt} &= (p_2(A(t)) + q_2 \frac{N_2(t)}{m} + q_{21} \frac{N_1(t)}{m})(m - N_1(t) - N_2(t)) \end{aligned} \right. \quad (3)$$

де  $p$  – ціна одиниці товару (інноваційного продукту) підприємства А;  
 $c$  – собівартість одиниці товару (інноваційного продукту) підприємства А;

$B(t)$  – функція дисконтування;

$n_1(t), n_2(t)$  – обсяги продажів інноваційного продукту відповідно підприємства Б та А у момент часу  $t$ ;

$A(t)$  – витрати підприємства А на рекламу в момент часу  $t$ ;



$N_1(t), N_2(t)$  – кумулятивні обсяги продажів (або кількість індивідів, які придбали інноваційний продукт) відповідно підприємства Б та А до моменту часу  $t$ ;

$p_1, p_2$  – коефіцієнти інновації або коефіцієнти зовнішнього впливу на швидкість дифузії інноваційного продукту відповідно підприємства Б та А;

$q_1, q_2$  – коефіцієнти імітації або коефіцієнти внутрішнього впливу (міжособистісні комунікації) на швидкість дифузії інноваційного продукту відповідно підприємства Б та А;

$q_{12}$  – коефіцієнт перехресного впливу, визначає вплив думки покупців продукту підприємства Б на швидкість дифузії інноваційного продукту підприємства А;

$q_{21}$  – коефіцієнт внутрішнього перехресного впливу, відображає вплив думки покупців продукту підприємства А на швидкість дифузії інноваційного продукту підприємства Б;

$m$  – число потенційних споживачів інноваційного продукту для обох підприємств.

Розглянемо економічний зміст параметрів та змінних моделі (1-3). Перше та друге диференціальні рівняння моделі описують динаміку у часі продажів відповідно підприємства Б та А. Кожний акт придбання товару здійснюється під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. В моделі даний факт відображають відповідні коефіцієнти впливу. Розглянемо їх зміст докладніше. Параметри  $p_i, q_i, i = \overline{1,2}$  – коефіцієнти інновації та імітації  $i$ -го інноваційного продукту відповідно – відображають в моделі рівень (ступінь) зовнішніх впливів (реклама, засоби масової інформації) та внутрішніх (вплив думки індивідів, які вже придбали  $i$ -й інноваційний продукт на потенційних покупців (кількість яких складає  $m - N_1(t) - N_2(t)$ )) на швидкість поширення  $i$ -го інноваційного продукту (тобто на величину  $n_i(t) = \frac{dN_i(t)}{dt}$ ). Вплив коефіцієнту імітації  $q_i$  збільшується зі зростанням кількості індивідів, які вже здійснили акт покупки  $i$ -го інноваційного продукту, тобто величини  $N_i(t)$ . Таким чином доданки  $q_1 \frac{N_1(t)}{m}$  та  $q_2 \frac{N_2(t)}{m}$  відображають вплив на швидкість приросту покупців тієї частини споживачів, яка формується під впливом фактору імітації.

Параметр  $q_{ij}$ ,  $i, j = \overline{1,2}$  – коефіцієнт перехресного внутрішнього впливу. Цей вплив полягає в наступному: індивіди, які вже придбали  $j$ -й конкурентний продукт, контактують з потенційними покупцями та схиляють їх до придбання  $i$ -го продукту. Тобто коефіцієнт  $q_{ij}$  відображає вплив думки індивідів, що вже придбали  $j$ -й продукт, на швидкість поширення  $i$ -го інноваційного продукту (тобто на величину  $n_i(t) = \frac{dN_i(t)}{dt}$ ). Таким чином, можна врахувати вплив негативних відгуків споживачів, що вже здійснили акт покупки  $j$ -го продукту, на потенційних споживачів, які, враховуючи думку споживачів  $j$ -го продукту, оберуть конкурентний продукт  $i$ . Вплив даного коефіцієнту збільшується зі зростанням кількості індивідів, які вже здійснили акт покупки  $j$ -го конкурентного продукту, тобто величини  $N_j(t)$ . Отже, кількість споживачів  $i$ -го інноваційного продукту у момент часу  $t$  –  $n_i(t)$  – залежить від таких факторів внутрішнього впливу: думка індивідів, що вже придбали  $i$ -й продукт та думка індивідів, які вже здійснили акт покупки конкурентного продукту  $j$ . Таким чином доданки  $q_{12} \frac{N_2(t)}{m}$  та  $q_{21} \frac{N_1(t)}{m}$  відображають вплив на швидкість приросту покупців тієї частини споживачів, яка формується за рахунок фактору перехресного впливу.

В цілому сума  $(p_1 + q_1 \frac{N_1(t)}{m} + q_{12} \frac{N_2(t)}{m})$  відображає вплив на швидкість приросту покупців тих частин споживачів, чиї уподобання формуються за рахунок зовнішнього впливу, внутрішнього впливу та внутрішнього перехресного впливу відповідно для підприємства Б. Таким чином, (2) – це та частина потенційних покупців ринку, що за рахунок перелічених факторів перетворилась у реальних споживачів продукту підприємства Б.

Сума  $(p_2(A(t)) + q_2 \frac{N_2(t)}{m} + q_{21} \frac{N_1(t)}{m})$  відображає вплив на швидкість приросту покупців тих частин споживачів, чиї уподобання формуються за рахунок зовнішнього впливу, внутрішнього впливу та внутрішнього перехресного впливу відповідно для підприємства А. Таким чином, (3) – це та частина потенційних покупців ринку, що за рахунок перелічених факторів перетворилась у реальних споживачів продукту підприємства А.

В моделі припускається, що загальна кількість потенційних споживачів  $m$  інноваційного продукту підприємств А та Б незмінна у часі. Оскільки продукти обох підприємств мають схожі функціональні

характеристики, то ринковий простір та цільовий сегмент споживачів для цих підприємств співпадають.

Швидкість поширення (дифузії)  $i$ -ї інновації  $\frac{dN_i(t)}{dt}$  у кожний момент часу пропорційна обсягу потенційного ринку  $m - N_1(t) - N_2(t)$ . Зі збільшенням загальної кількості індивідів  $N_i(t)$ , які вже придбали  $i$ -й інноваційний продукт, та відповідним зменшенням кількості потенційних споживачів  $m - N_1(t) - N_2(t)$  швидкість поширення (дифузії) інновації зменшується.

У моделі (1–3) коефіцієнт інновації  $p_1$  продукту підприємства А залежить від витрат на рекламу. Тобто проведення ефективної рекламної кампанії безпосередньо впливає на збільшення величини вказаного коефіцієнту. Застосування такого маркетингового інструменту дозволить прискорити проникнення (дифузю) нового товару підприємства А на ринок. До того ж доцільно направити рекламні зусилля саме на найбільш активну частину потенційних споживачів, які схильні реагувати на зовнішні впливи, тобто на новаторів.

Функціонал (1) моделі (1–3) відображає сумарний дисконтований прибуток підприємства А від продажу інноваційного продукту протягом життєвого циклу його існування з урахуванням витрат на рекламу.

Розв'язок задачі відповідно до моделі (1–3) дозволяє визначити такий обсяг витрат на рекламу підприємства А з урахуванням періодів життєвого циклу продукту та динаміки обсягів продажів підприємств-конкурентів, який надасть можливість максимізувати сумарний прибуток підприємства та прискорити проникнення (дифузю) інноваційного продукту на ринок.

**Висновки.** До переваг запропонованої економіко-математичної моделі просування на ринок інноваційного продукту підприємства за допомогою рекламної кампанії можна віднести наступні:

– сумарний дисконтований прибуток підприємства від продажу інноваційного продукту визначається протягом життєвого циклу його існування з урахуванням витрат на рекламу;

– в моделі враховано не тільки динаміку продажів інноваційного продукту самого підприємства, але й його безпосереднього конкурента, а також вплив думки покупців продукту підприємства-конкурента на швидкість дифузії інноваційного продукту підприємства за рахунок коефіцієнта перехресного впливу;



– витрати на рекламу включено не тільки в функціонал моделі, але й у диференційне рівняння, що описує динаміку у часі продажів підприємства, це дає змогу врахувати вплив реклами на дифузію нового товару підприємства на ринок;

– модель дає змогу врахувати ступінь зовнішніх впливів (реклама, засоби масової інформації) та внутрішніх (вплив думки індивідів, які вже придбали інноваційний продукт, на потенційних покупців) на швидкість поширення інноваційного продукту за рахунок коефіцієнтів інновації та імітації.

Для практичної реалізації моделі необхідно виконати ряд підготовчих етапів з формування вихідної інформації для розрахунків. А саме: визначити вид функції залежності значення коефіцієнта інновації від обсягу грошових коштів, направлених на організацію рекламної кампанії; визначити величини коефіцієнтів імітації, інновації, внутрішнього перехресного впливу для кожного з підприємств; визначити число потенційних покупців інноваційного продукту; визначити параметри цільової функції, а саме ціну інноваційного продукту підприємства та його собівартість.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Захарченко В. І. Інноваційний менеджмент. Теорія і практика в умовах трансформаційної економіки: навч. посібник / В.І. Захарченко, Н.М. Корсікова, М.М. Меркулов. – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
2. Минаев В.А. Как управлять массовым сознанием: современные модели / В.А. Минаев, А.С. Овчинский, С.В. Скрыль. – М.: Альфа-Пресс, 2012. – 213 с.
3. Rogers Everett. Diffusion of Innovations / Everett Rogers. – New York: The Free Press, 1995 – 251 с.
4. Колмановский В. Б. О некоторых моделях диффузии инноваций / В. Б. Колмановский // Автоматика и телемеханика. – 1999. – №9. – С. 21–30.
5. Maier Frank H. New product diffusion models in innovation management – a system dynamics perspective / Frank H. Maier // System Dynamics Review. – 1998. – № 4. – P. 285–309.
6. Peres R. Innovation diffusion and new product growth models: a critical review and research directions / R. Peres, E. Muller, V. Mahajan // Research in marketing. – 2010. – № 27. – P. 91–106.
7. Wright M. New product diffusion models in marketing: an assessment of two approaches / M. Wright, D. Charlett // Marketing Bulletin. – 1995. – № 6. – P.32–41.
8. Bass F. A new product growth model for consumer durables / F. Bass // Management Science. – 1969. – №15. – P. 215–227.
9. Мельников О.С. Влияние рекламной деятельности на скорость диффузии инновации / О.С.Мельников // Бизнесинформ. – 2009. – №2(1). – С. 68–71.
10. Дурович А.П. Розробка рекламного бюджету / А.П. Дурович. – Минск: Новое знание, 2008. – 254 с.