

УДК 330.46

DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2021-6-14>**Черноусова Ж.Т.**

кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри економічної кібернетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Лось Т.С.

студентка
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Chernousova Zhanna, Los Tetiana
National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ПІДХІД ДО РЕКЛАМИ НОВОГО ЛІКАРСЬКОГО ЗАСОБУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

APPROACH TO ADVERTISING A NEW MEDICINE USING ECONOMIC MATHEMATICAL MODELING METHODS

У статті проаналізовано чинники, що впливають на продажі лікарських засобів, у тому числі реклама. Основною метою дослідження є обґрунтування впливу реклами на новий препарат на фармацевтичному ринку України, що було реалізовано за допомогою огляду останніх наукових публікацій. Детально проаналізовано економічну сутність даної тематики та підбрано економіко-математичну модель для отримання релевантного прогнозу. Досліджено економічну сутність моделі дифузії інновацій Басса. Підбрано коректний метод розрахунку моделі такого типу, а саме програмне середовище AnyLogic, що підходить для дослідження та розрахунку параметрів моделей системної динаміки. Спрогнозовано майбутні продажі препарату. Прогноз формується на базі статистичної інформації щодо продажів лікарського засобу. У ході проведення дослідження та використання моделі інновацій Басса просимульовано дану модель у середовищі AnyLogic PLE 8.

Ключові слова: модель дифузії інновацій, модель Басса, просування нового лікарського засобу, AnyLogic, імітаційне моделювання, життєвий цикл товару.

В статье проанализированы факторы, влияющие на продажи лекарственных средств, включая рекламу. Основной целью проведенного исследования является обоснование влияния рекламы на новый препарат на фармацевтическом рынке Украины, что было реализовано посредством обзора последних научных публикаций. Детально проанализирована экономическая сущность данной тематики и подобрана экономико-математическая модель для получения релевантного прогноза. Исследована экономическая сущность модели диффузии инноваций Басса. Подобраны корректные методы расчета модели такого типа, а именно программная среда AnyLogic, подходящая для исследования и расчета параметров моделей системной динамики. Спрогнозированы будущие продажи препарата. Прогноз формируется на базе статистической информации о продажах лекарственного средства. В ходе проведения исследования и использования модели инноваций Басса была просимулирована данная модель в среде AnyLogic PLE 8.

Ключевые слова: модель диффузии инноваций, модель Басса, продвижение нового лекарственного средства, AnyLogic, имитационное моделирование, жизненный цикл товара.

The article analyzes the factors influencing the sale of innovative medicines, including the impact of advertising. The main purpose of the study is to determine the impact of advertising on an innovative drug in the pharmaceutical market of Ukraine, which was implemented through a review of recent scientific publications. The new drug is definitely an innovation. It has been studied that the spread of innovations occurs gradually among members of the social system through communication channels for their adaptation. With regard to product innovation, the process of deciding on their adaptation can be divided into five stages: knowledge, persuasion, acquisition, usage, loyalty. The economic essence of this topic is analyzed in detail, the legal framework for advertising of medi-

cines in the media is considered and the economic-mathematical model for obtaining a relevant forecast is selected. It was also found that the Ukrainian pharmaceutical market is developing quite rapidly, but it lacks innovation. A review of pharmaceutical market threats also found that although the pharmaceutical industry is highly dynamic, it lacks innovation. During the whole period of independence, Ukraine presented only 154 medicines of innovative character. Everything else is generic drugs, in addition, mostly of dubious quality. In modern enterprises, all investments go to the modernization of technological processes, rather than the production of new original drugs. That is why foreign manufacturers have better indicators of drug imports. Any marketing costs before launching a drug are an investment. Considered the types of promotion most suitable for advertising drugs. Therefore, the most known model of diffusion of innovations, compiled by Bass, can be used to model a specific economic and mathematical problem. The economic essence of Bass's model of diffusion of innovations is investigated. The correct method of calculation of this type of model has been selected, namely the AnyLogic software environment, which is suitable for research and calculation of parameters of system dynamics models. The study predicted future sales of the drug using data from previous sales. During the research and use of the Bass innovation model, a forecast of future sales for 10 months was formed.

Key words: innovation diffusion model, Bass model, promotion of a new drug, AnyLogic, simulation, product life cycle.

Постановка проблеми. Останні кілька десятиліть проблема виводу нових лікарських препаратів турбує багато українських фармацевтичних підприємств. Для того щоб потенційний покупець вибрав конкретний товар серед інших, необхідно тримати постійний контакт із потенційними покупцями. Це завдання досягається шляхом розміщення реклами про товар. Реклама відіграє головну роль у підвищенні рівня знання покупців про новий продукт, генерує продажі, а також обов'язково каталізує повторні покупки. Повторна покупка – звичайне явище серед споживачів, яке часто є показником лояльності до бренду. Чим вищі значення повторних покупок, тим краще фірма оперує політикою просування для підтримки та збільшення лояльності клієнтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Термін «дифузія інновацій» поширився після публікації однойменної книги американського соціолога Е. Роджерса у 1962 р. [2], хоча подібні ідеї висловив наприкінці XIX – початку XX ст. соціолог Жан-Габріель Тард (1890 р.), а також німецький етнограф. Л. Фробеніус та ін. У своїй книзі Е. Роджерс уточнив результати ранніх досліджень та представив теорію інновацій на особистісному рівні, в організації та суспільстві у цілому. Найвідоміша модель дифузії була обґрунтована Ф. Бассом [1], яка широко застосовується в теорії дифузії. Основне обмеження цієї моделі полягає у тому, що вона не враховує вплив змінних маркетингу. Багато авторів належним чином модифікували модель Басса для вивчення впливу ціни на дифузію нового продукту [2].

Метою дослідження є прогнозування продажів лікарських засобів за допомогою моделі Ф. Басса та симуляція й обчислення параметрів моделі за допомогою програмного комплексу

AnyLogic для створення симуляції моделей системної динаміки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Рекламні стратегії часто орієнтовані на потенційний ринок, вибраний відповідно до типу товару фірми. Після вибору цільового ринку здійснюється сегментація ринку для поділу широкого цільового ринку на сегменти споживачів, які мають загальні потреби та пріоритети, а потім розробляються та впроваджуються стратегії їх просування. Сегментація ринку відіграє важливу роль у розробленні маркетингових стратегій. У різних клієнтів різні потреби, і неможливо задовольнити всіх клієнтів одразу. Рекламна політика щодо рекламного продукту будується з урахуванням неоднорідності на потенційному ринку. Фірми, які визначають конкретні потреби груп клієнтів, здатні розробити правильну пропозицію для різних медіаканалів та отримати конкурентну перевагу перед іншими фірмами.

Після завершення процесу сегментації наступним кроком є вибір стратегій просування, які можна реалізувати. Фірма повинна вирішити, чи хоче вона вибирати конкретні сегментовані або масові (диференційовані) рекламні стратегії. Масова промоактивність реалізується шляхом трактування ринку як гомогенного та надання загального повідомлення у всіх медіаканалах за допомогою масової комунікації, ефект якої досягає кожного із сегментів, пропорційно відомий як ефект спектру. Однак уподобання покупців можуть відрізнятися, і те саме пропонування може не впливати на всіх потенційних клієнтів і спонукати їх до прийняття товару. Якщо фірми ігнорують ці відмінності, інша конкуруюча фірма може продавати подібний товар, що обслуговує конкретні сегменти, і це може призвести до втрати клієнтів. Сегмен-

тована рекламна активність визнає диференційованість клієнтів і враховує різних споживачів у різних сегментах. Тут розміщені відповідно рекламні повідомлення. І масові, і стратегічні стратегії відіграють важливу роль та мають свої переваги. Фірми зазвичай просувають свій товар на ринку як на рівні масових, так і на сегментах. У цій статті припускається, що еволюція продажів товару відбувається за допомогою масових та диференційованих акцій та буде контрольну модель для визначення рекламної політики, яка максимізує загальний прибуток, обмежений загальним бюджетом. Політика щодо рекламних зусиль формується з використанням принципу максимуму.

Мало хто працював над моделюванням з урахуванням сегментації ринку в рекламних моделях, ураховуючи лише зовнішній вплив на сегментованому ринку з лінійною динамікою.

Поширення інновацій відбувається поступово серед членів соціальної системи через канали зв'язку для їх адаптації. Що стосується інновацій продукції, то процес прийняття рішення про їх адаптацію можна розділити на п'ять етапів:

1) Знання. Споживач дізнається про існування нового товару, але не вистачає інформації про його корисність. На цьому етапі споживач усе ще не вмотивований шукати більше інформації про новий товар.

2) Переконавання. Споживач зацікавлений у новинці та активно шукає інформацію про неї.

3) Придбання. Споживач розглядає всі плюси та мінуси і вирішує, чи купувати новий товар. Оскільки це рішення є особистим і може бути як позитивним, так і негативним, ця фаза є критичною для більшості нових продуктів; багато інновацій товарів ніколи не долали цей бар'єр.

4) Використання. Споживач насолоджується новим продуктом, і його корисність тепер може бути визначена на основі особистого досвіду. Якщо він виявиться позитивним, споживач може бути зацікавлений у продовженні використання нового товару.

5) Лояльність. Споживач вирішує продовжити використання нового товару. Це рішення часто приймається як на індивідуальному, так і на груповому рівні; використання товару іншими споживачами може послужити підтвердженням споживача правильності його рішення про придбання товару.

Будь-які витрати на маркетинг перед запуском препарату – це, однозначно, інвестиційні витрати. Тому для моделювання конкретної економіко-математичної задачі може бути використана найпростіша модель дифузії інновацій, складена Бассом. Великий обсяг літератури з маркетингових досліджень показує,

що життєві цикли виробів відповідають схемі S-кривої. Графік S-кривої передбачає, що продажі нових товарів спочатку швидко зростають, але потім темпи зростання поступово зменшуються [2].

Першою дифузійною моделлю, що використовується у маркетингу, була дифузійна модель Басса. Басс у 1969 р. припустив, що ймовірність того, що хтось купить якийсь товар на ринку, є лінійною функцією, яка залежить від кількості попередніх покупок. За допомогою сутності моделі Басса маємо таке припущення:

Басс інтерпретував лінійні коефіцієнти моделі як тенденцію до інновацій та наслідування. Ймовірність того, що хтось прийме новий продукт у момент t (якщо припустити, що людина раніше не купувала цей товар), представляється рівнянням:

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = p + qF(t), \quad (1)$$

де p – коефіцієнт первинного сприйняття інновації, часто іменований як «ефект реклами»; q – коефіцієнт імітації, виражаючий ефект «з вуст у вуста»; $F(t)$ – це функція кумулятивного розподілу (ймовірність прийняття товару в момент t); $f(t)$ – функція ймовірності випадкової величини; t – час прийняття нового товару (адаптація).

Якщо $F(D)$ диференційовано, воно дорівнює:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}, \quad (2)$$

тоді рівняння (1) можна переписати як:

$$\frac{dF(t)}{dt} = p + (q-p)F(t) - qF(t). \quad (3)$$

Параметр p демонструє зовнішній вплив (зазвичай це вплив ЗМІ). Параметр q визначає вплив міжособових каналів (зазвичай це люди, що оточують потенційного адаптера).

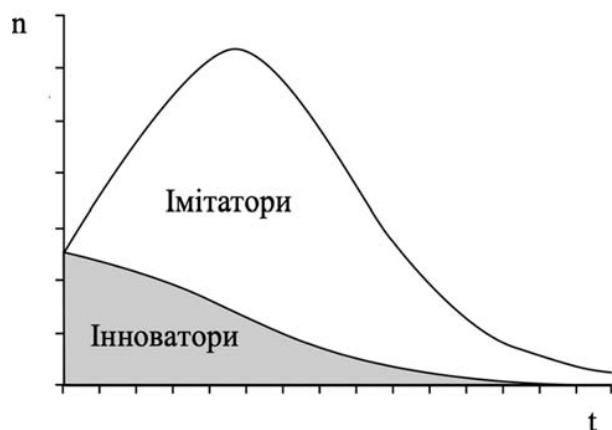


Рис. 1. Розподіл людей, що приймають інновацію в часі

Важливо зазначити, що за допомогою зміни формату контакту з аудиторією (у нашому разі рекламного повідомлення).

Нехай $S(t)$ та $Y(t)$ означають продажі та кумулятивні продажі нового продукту, відповідно, у час t . Нехай m – це загальний потенціал ринку (m визначає всіх потенційних покупців продукту за весь час). Нехай також продажі продукту:

$$S(t) = mf(t). \quad (4)$$

Тоді використовуємо рівняння (3) та (4):

$$S(t) = pm + (q - p)mF(t) - qm(F(t))^2, \quad (5)$$

$$S(t) = pm + (q - p)Y(t) - \frac{q}{m}Y(t)^2. \quad (6)$$

У разі якщо $S(t = t_0 = 0) = 0$, функція розподілу процесу дифузії приймає такий вигляд:

$$S(t) = m \left(\frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \right). \quad (7)$$

Вищенаведене рівняння описує S-криву дифузії Басса. Для наочності побудуємо цю криву та обрахуємо невідомі коефіцієнти. Нехай вхідними даними моделі будуть реальні значення продажу препарату «Фривей-Комбі» від ПрАТ «Фармак».

За допомогою методу найменших квадратів (МНК) було встановлено, що коефіцієнт сприйняття інновації $p = 0,008$, а коефіцієнт ефекту «з вуст в уста» – $q = 0,127$. Потенціал конкурентного ринку дорівнює 180 229. Побудуємо

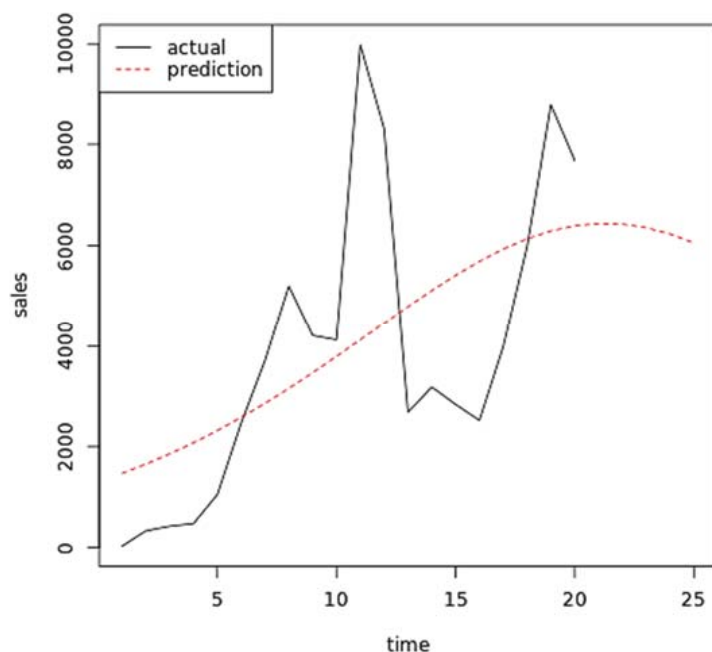


Рис. 2. Продажі з майбутнім прогнозом, змодельовані моделлю Басса

графік $S(t)$ та зіставимо його з продажами, що вже відомі.

Дослідивши графік $S(t)$, стає зрозуміло, що крива Басса починає тенденцію до спаду. Надалі цю тенденцію можна буде змінити, керуючи параметром p , тому для довгострокового огляду даного випадку можливо створити симуляцію моделі дифузії інновацій.

Для симуляції найпростішої моделі дифузії інновацій буде використаний програмний продукт AnyLogic [3]. Дане програмне забезпечення дає змогу моделювати системну динаміку за допомогою імітаційного моделювання.

Після запуску програмного комплексу AnyLogic 8 PLE вибираємо вікно «створити модель» та починаємо процес формулювання імітаційної моделі. Для початку будуємо дві змінні накопичувачі (stock) та одну змінну потоку (flow). Це становитиме основу моделі Басса. Окрім цього, додамо три параметри (parameter) та дві динамічні змінні (dynamic variables).

Уведемо всі оператори моделі в комплексі AnyLogic 8 PLE, сформуємо правильні зв'язки, що були описані в постановці моделі (1–6), та отримуємо такий результат:

Після того як ми ввели всі рівняння залежності моделі в AnyLogic та виставили вхідні дані, проведемо симуляцію моделі, перед тим додавши графіки, що ілюструють зміну параметрів моделі у часі. Для цього натиснемо кнопку «Запуск (Run)». У новому вікні програми ми отримуємо симульовану модель:

На рис. 4 зображено модель після симуляції. Можна відзначити, що графік AdoptionRate повторює криву $S(t)$. Виходячи із цього, можна припустити, що модель була вдало просимульована. Для майбутньої симуляції моделі AnyLogic можна додавати повторні продажі для коректної симуляції. На даному етапі повторні продажі можна відкинути, оскільки їхній вплив незначний.

Висновки з проведеного дослідження. Досліджено методи просування нових лікарських засобів на ринку України. Досліджено поняття «дифузія інновацій», проаналізовано поширення інновацій із погляду прийняття рішень та підібрано модель, яка найбільше відповідає поставленому завданню. Виявлено, що модель Басса найкраще підходить для розрахунку поставленого завдання. Після того як було отримано аналітичний розв'язок моделі та визначено характер кривої $S(t)$, виконано симуляцію даної моделі в програмному комплексі AnyLogic PLE. Після внесення

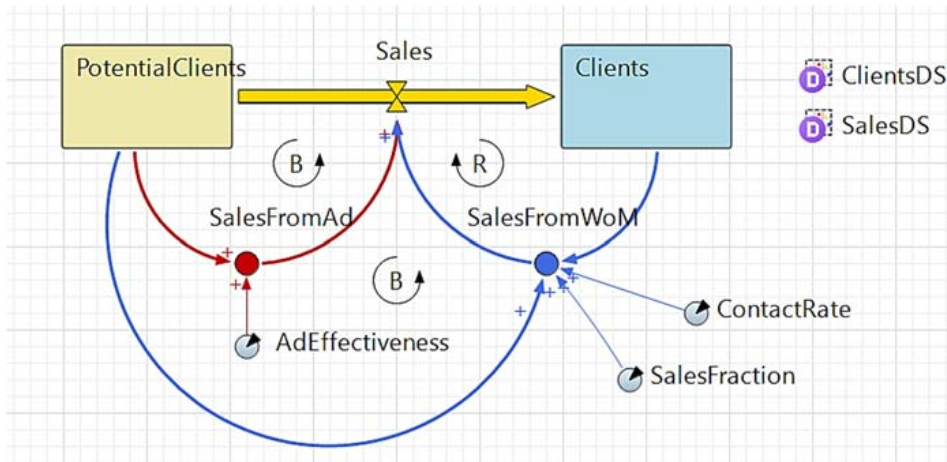


Рис. 3. Загальний вигляд моделі до запуску

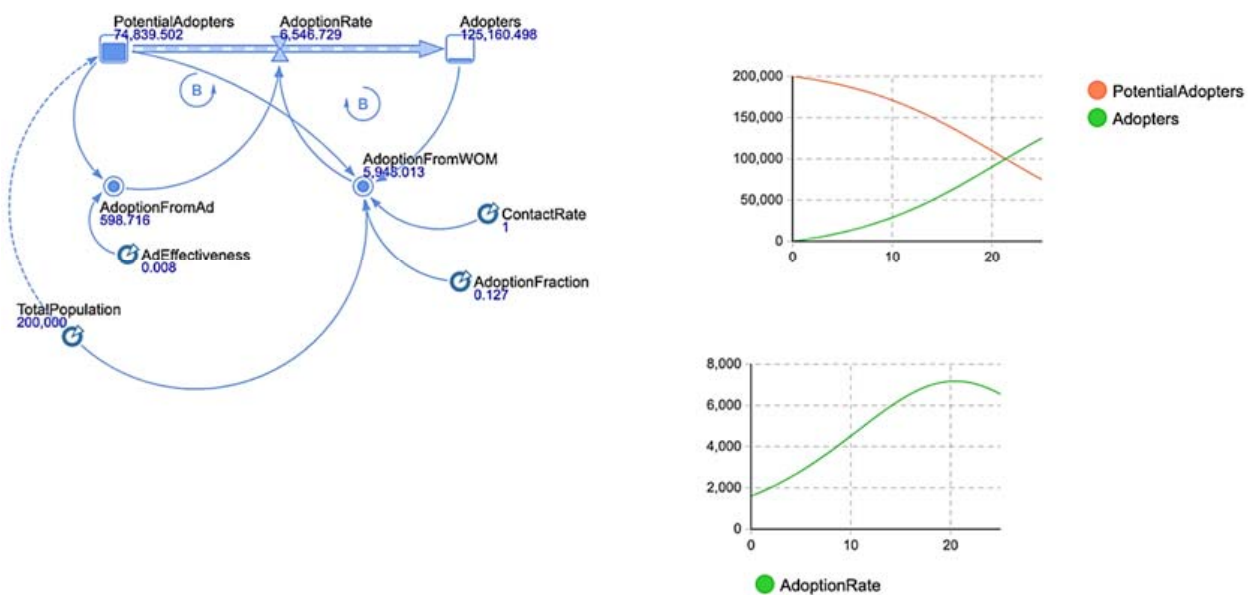


Рис. 4. Модель Басса після симуляції

всіх параметрів та змінних моделі виявлено, що модель була симульована успішно. Для майбутніх досліджень даної моделі та процесу

її симуляції можна ускладнити симульовану модель сезонністю попиту лікарського засобу та повторними продажами.

Список використаних джерел:

1. Bass, Frank M. A new product growth model for consumer durables. *Management Sci.* 1969. № 15. P. 215–227.
2. Rogers E. Diffusion of innovations (3rd ed.) / E. Rogers, M. Everett. New York: The Free Press of Glencoe. 1983. 453 p.
3. Bass diffusion model AnyLogic Help : вебсайт. URL: <https://anylogic.help/tutorials/system-dynamics/bass-diffusion-model.html> (дата звернення: 14.12.2021).

References:

1. Bass, Frank M. (1969) A new product growth model for consumer durables. *Management Sci*, no. 5, pp. 215–227.
2. Rogers E. (1983) Diffusion of innovations (3rd ed.) / E. Rogers, M. Everett. New York: The Free Press of Glencoe, 453 p.
3. Bass diffusion model AnyLogic Help: веб-сайт. Retrieved from: <https://anylogic.help/tutorials/system-dynamics/bass-diffusion-model.html> (accessed 17 December 2021).