

*А. М. Єріна*, д-р екон. наук, проф.,  
ДВНЗ «Київський національний економічний  
університет імені Вадима Гетьмана»

## СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ЕФЕКТОМ НАСИЧЕННЯ

*АНОТАЦІЯ.* Розглянуто методологічні підходи до моделювання та прогнозування динамічних процесів з ефектом насичення, визначення можливих меж розвитку процесу і характеру наближення до цих меж.

*КЛЮЧОВІ СЛОВА:* динамічний процес, траєкторія розвитку, повний цикл, S-подібна крива, ефект насичення.

*ANNOTATION.* The article examines the methodological approaches to modeling and forecasting of dynamic processes with the saturation effect, the definition of the possible boundaries of the development process and the character of approach to these boundaries.

**Постановка проблеми.** У практиці статистичного моделювання та прогнозування динамічних процесів застосовують широкий клас функцій. Серед них найбільш поширені поліноми та експоненти, які забезпечують задовільні результати екстраполяції в межах еволюційного етапу розвитку. Між тим, за законом переходу кількісних змін у якісні еволюційні етапи розвитку соціально-економічних, технічних і технологічних процесів чергуються з революційними, що потребує більш високого рівня агрегування розгляду тенденцій. Для багатьох динамічних процесів характерний ефект насичення, коли з плином часу темпи зростання (зниження) обсягів уповільнюються і, наближаючись до певної межі, стабілізуються. Наприклад, на товарному ринку попит на новий товар попервах незначний, потім після визнання споживачами він стрімко зростає, але по мірі насичення ринку темпи зростання уповільнюються, попит стабілізується на певному рівні. Аналогічні стадії розвитку мають процеси нововведень і винаходів. У практиці статистичного моделювання процесів з ефектом насичення застосовують клас кривих, у яких межа розвитку процесу подається у вигляді горизонтальної асимптоти  $K \neq 0$ . Серед них модифікована експонента, логістична крива, крива Гомпертца:

модифікована  
експонента

$$Y_t = K + ab^t;$$

логістична  
крива

$$Y_t = \frac{K}{1 + be^{-at}};$$

крива  
Гомпертца

$$Y_t = Ka^{b^t};$$

де  $e$  — основа натурального логарифму;  $a$ ,  $b$  — параметри кривих, які визначаються методами нелінійного оцінювання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Концептуальні засади використання математичного апарату названих кривих як основи аналізу і прогнозування процесів самообмежувального зростання у різних сферах науки і техніки знайшли відображення у наукових працях вітчизняних і зарубіжних учених: С. Бершева [1], Л. Гальчинського [2], К. Льюиса [4], Р. Нижегородцева [5], В. Пілюшенка [6], Е. Роджерса [7], Р. Фостера [8], Й. Шумпетера [9] та ін. Разом з тим практика недостатньо часто застосовує математичний апарат названих кривих при обґрунтуванні управлінських рішень щодо розвитку соціально-економічних процесів з ефектом насичення.

**Мета статті** полягає у теоретичному узагальненні та обґрунтуванні методологічних підходів до моделювання динамічних процесів з ефектом насичення, визначення можливих меж розвитку процесу і характеру наближення до цих меж, передбачення радикальних змін і переходів з одного стану в інший.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як свідчить практика статистичного моделювання та прогнозування складних динамічних процесів, модифіковану експоненту найчастіше застосовують у дослідженнях процесів, на які діють певні обмежувальні, стримуючі фактори внутрішнього і зовнішнього середовища, і вплив цих факторів зростає зі збільшенням досягнутого рівня  $Y_t$ . Для економічного процесу такими обмеженнями може бути наявність ресурсів чи виробничих потужностей, ємність ринку, поява нових конкурентів, правові обмеження тощо. У разі, коли обмежувальні фактори впливають лише після певного моменту, до якого процес розвивався за експоненційним законом, такий процес найкраще апроксимується  $S$ -подібною кривою з точкою перегину, у якій прискорене зростання змінюється уповільненням [4].

Точка перегину визначає кульмінаційний момент розвитку, асимптота — межу розвитку процесу. Схематично  $S$ -подібний процес можна поділити на дві приблизно однакові частини АС і СВ (рис. 1). До точки С прирости ординати нижчі за пряму АВ,

що пояснюється опором середовища (наприклад, споживачі не готові сприйняти нововведення). Ближче до точки С приріст прискорюються, досягає максимуму, і S-крива перетинає пряму АВ. Наближаючись до асимптоти прирости уповільнюються і поступово згасають. Для наведеного вище варіанту логістичної кривої точкою перегину буде  $t_p = \frac{\ln b}{a}$  зі значенням функції  $Y_t = K/2$ ,

для кривої Гомпертца —  $t_p = \ln(-\frac{1}{\ln a})/\ln b$  зі значенням функції  $Y_t = K/e$ .

По суті S-подібна крива моделює процес переходу від одного відносно стабільного стану системи до іншого, зображає властиву багатьом динамічним процесам послідовну зміну стадій повного циклу розвитку: зародження, поширення (дифузія), насичення. Здатність S-подібних моделей відображати діалектику взаємодії еволюційного й революційного розвитку надзвичайно важлива в дослідженнях процесів, пов'язаних з розвитком популяцій, ринкових та інноваційних процесів [1, 6].

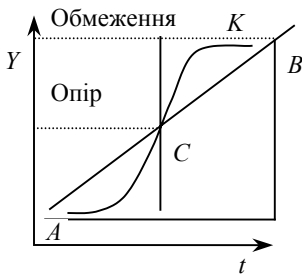


Рис. 1. S-подібна крива

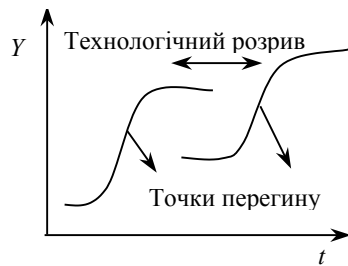


Рис. 2. Технологічний розрив

Обидві криві — логістична крива і крива Гомперца — описують динамічні процеси, у яких відношення приростів до ординати змінюються. Відмінність між ними в тому, що у кривій Гомперца постійні відношення перших різниць логарифмів до рівновіддалених одна від одної ординат, а в логістичній кривій постійні відношення перших різниць обернених значень ординат. При цьому логістична крива центрально симетрична відносно точки перегину, а крива Гомперца — асиметрична. Обидві криві приводяться до модифікованої експоненти за допомогою певних перетворень.

Описуючи два послідовні процеси (один з прискоренням, другий — з уповільненням), S-подібні криві знаходять застосування при вивченні широкого кола процесів з насиченням: криву *Гомпертца* найчастіше застосовують у демографічній і страховій статистиці, *логістичну криву* — в статистиці торгівлі, в маркетингу, при вивченні ринкових та інноваційних процесів.

Сучасна модель економічного зростання, що ґрунтується на інноваційному типі розвитку, актуалізує дослідження інноваційних процесів у всіх сферах функціонування соціально-економічних систем. Фундатор інноваційної теорії Й.Шумпетер розглядав інноваційний процес як процес втілення наукового відкриття, наукової ідеї, технічного винаходу в новій технології або в новому виді виробу чи послуги [9]. Virізняють інновації технологічні, соціальні, продуктові, організаційні, маркетингові. Інноваційний процес має чітку орієнтацію на кінцевий результат прикладного характеру, який забезпечує певний ефект: науково-технічний, економічний (комерційний), соціальний, екологічний або синергетичний. Розвиток інноваційного процесу рухається за логістичною кривою: повільне зростання на стадії зародження інновації змінюється інтенсивним розвитком на стадії комерційного впровадження та поширення інновації; наближаючись до рівня насичення, інтенсивність розвитку під тиском ринкового попиту сповільнюється. Але уже на стадії переходу від інтенсивного до сповільненого розвитку одного інноваційного циклу зароджується новий, оснований на інших принципах дії. І цей процес зміни інноваційних циклів нескінченний [1, 5].

Швидкість заміщення (витіснення) однієї технології іншою (або іншими) визначається, передусім, соціально-економічними детермінантами: наявністю ресурсів для реалізації конкуруючої технології, потужності та розгалуженості комунікаційних каналів, кількості суб'єктів процесу, потенційно готових прийняти нововведення.

Аби задовольнити зростаючі потреби суспільства в нових споживчих благах, на практиці завжди існують взаємодоповнюючі, часом конкуруючі, технології, кожна зі своєю S-подібною кривою. Класичним прикладом сучасного співіснування різних технологій є світовий ринок телекомунікаційних послуг, який практично вичерпав можливості розвитку за технологіями другого покоління, наближається до межі насичення за технологією третього покоління і динамічно переходить на технології четвертого покоління. В контексті світових тенденцій, за оцінками експертів iKS-Consulting, близький до насичення український ринок

таких базових послуг мобільного зв'язку як голосова телефонія та обмін SMS. Перші ознаки насичення споживчого попиту демонструє також український ринок мобільного доступу до Інтернет: уповільнюються темпи зростання абонентської бази і доходів операторів за технологіями другого покоління, набирають темпів розвитку технології третього і четвертого поколінь [2, 3].

Стан зовнішнього середовища і гіпердинамічна поведінка споживачів створюють нові ринки, нові сфери конкуренції, нову ситуацію для розвитку суспільства. Економічний простір будь-якого інноваційного процесу характеризується високою конкуренцією. Поява конкурента (технології, продукту чи послуги) можлива на будь-якій стадії розвитку інноваційного процесу. Щоб утримати конкурентні переваги, суб'єктам інноваційної діяльності необхідно: безперервно створювати інновації; здійснювати ефективну комерціалізацію інновацій; постійно вдосконалювати інновації і формувати інноваційні стратегії [9].

Логіка конкурентного технологічного переходу була визначена Р.Фостером як «S-S перехід», тобто перехід на нову логістичну траєкторію розвитку процесу [8]. Перехід від одного інноваційного циклу до іншого називають технологічним розривом (рис. 2). Розшифрувати цей розрив, передбачити його з прийнятною точністю в умовах ринкової нестабільності досить складно. Аби подолати технологічні розриви і не втратити досягнуті конкурентні переваги, компанії вкладають кошти в дослідження інноваційних циклів і в розробку відповідних заходів щодо стимулювання і всебічної підтримки інноваційних змін у власній системі [8]. Особливо актуальними є визначення ринкових перспектив і позиції у зовнішньому середовищі компаній, які знаходяться на початковій стадії розвитку, — стартапів.

**Висновки.** Роль логістичної кривої як інструменту прогнозування та обґрунтування управлінських рішень щодо інноваційного розвитку загально визнана [1, 6]. S-подібна крива, описуючи загальну форму траєкторії інноваційного циклу, формалізує логіку процесу і фіксує складну динаміку його розвитку. За допомогою логістичної кривої можуть бути представлені процеси як дифузії, так і заміщення технології, перехід від одного покоління технології до іншого. Об'єднуючи різні сегменти інноваційного процесу в одну загальну тенденцію, логіста забезпечує можливість розв'язання найбільш складних завдань прогнозування: передбачення можливих змін у розвитку процесу, визначення ймовірності їх успішного здійснення у визначений термін і можливості використання цієї інформації при обґрунтуванні управлінських рішень.

Водночас при розробленні інноваційної стратегії не можна ігнорувати той факт, що кожний окремих сегмент логісти відтворює специфіку розвитку відповідної стадії процесу. Останні різняться силою опору зовнішнього середовища: з низьким, наростаючим і сильним опором. Найнижчий опір відчуває перший сегмент, на якому «новатори» й «імітатори» (послідовники) створюють початкову критичну масу споживачів. Для другого сегменту характерна активізація «ранньої більшості», яка забезпечує інтенсивне зростання і веде до максимального попиту на інновацію. Коли інновацію сприймає щонайменше половина всіх можливих споживачів і починає освоювати «запізніла більшість», посилюється тиск ринкового попиту (третьій сегмент).

З позиції інтенсивності розвитку інноваційного циклу найбільш важливим є другий сегмент, саме він визначає ступінь конкурентоспроможності і внутрішній потенціал обраної інновації. Управління інноваційним процесом стосовно першого сегменту спрямовано на зменшення його тривалості, стосовно третього — на пошук нових технологій. Таким чином, визначення меж між сегментами логістичної кривої є одним з першорядних завдань формування інноваційної стратегії тих суб'єктів господарювання, які спроможні генерувати ідеї і здійснювати процес їх комерціалізації на усіх стадіях інноваційного циклу.

## Література

1. Бершев С.М. Инновационная стратегия предприятия на основе логистической производственной функции // Креативная экономика. — 2009. — № 10 (34). — С. 108—112.
2. Гальчинський Л.Ю. Моделирование еволюції телекомунікаційного ринку України /Л.Ю.Гальчинський, О.О. Велічук [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua>
3. iKS-Consulting [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.iksconsulting.ru/>
4. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей. — М.: Финансы и статистика. 1986. — С. 105—114.
5. Нижнегородцев Р.М. Модели логистической динамики как инструмент экономического анализа и прогнозирования // Моделирование экономической динамики. — М.: Диалог МГУ, 1997. — С. 34—51.
6. Пілюшенко В.Л., Напрямами вдосконалення управління інноваціями на основі логістичної функції дифузії інновацій // В.Л. Пілюшенко, О.С. Харченко [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.iksconsulting.ru/>

7. Роджерс, Еверест М. Дифузія інновацій / Пер. з англ. Василя Старка. — К.: Вид. дім «Києво-Могилянської академія», 2009. — 591 с.

8. Фостер Р. Обновление производства: атакующие выигрывают. — М.: Прогресс, 1987. — С. 85—87.

9. Шумпетер Й. Теория экономического развития / Пер. с нем. — М.: Директ-Медиа, 2007. — 400 с.

Стаття надійшла до редакції 10.10.2013 р.

УДК 330.46

*Камінський О. Є.*

## **МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТІВ ПЕРЕХОДУ ПІДПРИЄМСТВ НА ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ІТ-СЕРВІСІВ**

*АНОТАЦІЯ.* У даній статті проведено аналіз і класифікацію існуючих методів оцінки ефективності інформаційних технологій і можливості їх застосування до оцінки хмарних ІТ-сервісів. Розглянуто специфіку хмарних обчислень і проєктів переходу інфраструктури підприємств на цю концепцію. На підставі недоліків існуючих моделей і методів виявлено необхідність до проведення подальших досліджень з розвитку та деталізації методів з оцінки економічної ефективності та ризиків від проєктів впровадження хмарних ІТ-сервісів.

*КЛЮЧОВІ СЛОВА:* інформаційні технології, комп'ютерні послуги, хмарні обчислення, центри даних.

*АННОТАЦИЯ.* В данной статье проведена классификация и анализ существующих методов оценки эффективности информационных технологий на предмет их применения для оценки облачных ИТ-сервисов. Рассмотрена специфика облачных вычислений и сформулирована проблема оценки эффективности применения таких ИТ-сервисов. После проанализированных недостатков существующих моделей и методов выявлена необходимость к проведению дальнейших исследований по развитию и детализации методов по оценке экономической эффективности и рисков от внедрения ИТ-проектов, в особенности облачных ИТ-сервисов.

*КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:* информационные технологии, компьютерные услуги, облачные вычисления, центры данных

*ABSTRACT.* The subject of cloud computing becomes more popular in the IT market. The obligatory requirement at introduction of any IT project is its economic justification. In case of cloudy IT services it is especially actual as risks are more large-scale. In this article classification and the analysis of existing methods of an assessment of efficiency of information technologies about their application for an assessment of cloudy IT services is carried out.

*KEYWORDS:* informational technologies, computer services, cloud computing, data centers.