

МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ГЕЛІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

У роботі розглянуто можливості сучасних математичних моделей для прогнозування рівня прийняття геліоенергетичного обладнання ринком України протягом певного часу. Представлено терміни, необхідні для опису кожної моделі. Моделі згруповано у порядку збільшення складності, за підходами до розв'язку.

This paper provides an applicability of existing technology penetration models to the solar energy conversion systems Ukrainian market. An evaluation of each model by definitions terms is given. Models ordered according to increasing complexity and also grouped based on style and mechanics.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Використання поновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної, обумовило становлення й розвиток специфічного ринку геліоенергетичного обладнання в Україні. Стимулами до формування цього ринку послужили не тільки відповідні географічні умови нашої країни, але й також економічні, політичні й екологічні фактори. Прагнення досягнення енергетичної незалежності, зниження споживання органічних носіїв енергії (нафти, природного газу, вугілля) при збільшенні їх вартості, а також загальна заклопотаність проблемами забруднення навколишнього середовища й глобальної зміни клімату є передумовами зростання ринку геліотехніки в Україні, починаючи з 2007 року. Природно, такі тенденції відбилися на макроекономічному рівні: були прийняті відповідні правові норми, які спонукають до підтримання застосування енергозберігаючого обладнання шляхом надання податкових пільг, встановлення спеціальних "зелених" тарифів [1].

Ці міри вплинули на попит на мікроекономічному рівні, що стало предметом маркетингових досліджень [2,с.34-37]. Таким чином, на сьогоднішній день динаміка розвитку ринку геліоенергетичного обладнання є інтересним не тільки для суб'єктів даного ринку, але й потенційних інвесторів.

Аналіз досліджень і публікацій останніх років. Існує безліч підходів до вивчення ринків і їх прогнозування. У маркетинговій теорії для цієї мети широко використовуються методи експертних оцінок, методи аналізу й прогнозування часових рядів, казуальні (причинно-наслідкові) методи [3,с.51-53]. В основі казуальних методів лежить спроба знайти фактори, що визначають поведінку прогнозованого показника. Пошук цих факторів приводить власне до економіко-математичного моделювання – побудови моделі поведінки економічного об'єкта, що враховує розвиток взаємозалежних явищ і процесів. Слід зазначити, що застосування багатофакторного прогнозування вимагає розв'язку складної проблеми вибору факторів, яка не може бути вирішена чисто статистичним шляхом, а пов'язана з необхідністю глибокого вивчення економічного змісту розглянутого явища або процесу.

Необхідно підкреслити, що вивчення розвитку ринку геліоенергетичного обладнання має певну специфіку. Низка зарубіжних фахівців М. Evans, R. Little, K. Lloyd, G. Malikov, and G. Passolt, D. Arent, B. Swezey, and G. Mosey класифікували існуючі на сьогоднішній день математичні моделі для прогнозування ринку поновлюваних джерел енергії [4,с.36-50]. Результати їх досліджень розглянуті як вихідні для моделювання ринку геліоенергетичного обладнання в Україні.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Через наявність певних специфічних особливостей ринку геліоенергетичного обладнання необхідне

виділення спеціального інструментарію його прогнозування. У даній роботі розглянуті потенційні можливості використання економіко-математичного моделювання для розглянутого ринку.

Постановка завдання. Метою цієї роботи є дослідження сучасних підходів до моделювання ринку геліоенергетичного обладнання для прогнозування динаміки розвитку, а також їх класифікація.

Виклад основного матеріалу дослідження. У даному дослідженні за вихідну умову приймемо, що проникнення на ринок є функцією від часу, яка описується так: $F(T) = \int_0^T f(t) dt$, де $F(T)$ – інтегральна функція розподілу ринкової дифузії (поширення), яка показує пропорцію між проникненням на ринок і часом T , а $f(t)$ – це функція розподілу ймовірності, що відбиває поточний рівень зміни проникнення.

Перемінна рішення – будь-яка характеристика геліоенергетичного обладнання, яка може вплинути на рішення споживача про покупку. Наприклад, ціна, реклама, ціна експлуатації, ефективність, строк експлуатації тощо.

Прямий мережевий ефект. Головним чином, чим більше людей купують і користуються геліотехнікою, тем краще її мати. Подібно цьому, класичними прикладами є телефони й факс-апарати, популярність яких пропорційна корисності. По природі моделі зі здатністю до швидкого поширення або імітаційними параметрами утворюють невід'ємні мережні мережеві ефекти. У деяких випадках, однак, мережеві ефекти більш сильні, можливо, тоді, коли попит експоненційно перевищує проникнення на ринок [5, с.479-501].

Гедоністичне ціноутворення – метод визначення вартості різних благ, які не мають звичайної ринкової оцінки, наприклад, чисте навколишнє середовище, мальовниче місце тощо, виходячи з аналізу ринкових цін товарів, які мають ці характеристики або пов'язані із цими благами. Наприклад, вартість чистого навколишнього середовища може розраховуватися як різниця між вартістю нерухомості в екологічно чистому місці й вартістю нерухомості в екологічно несприятливому місці.

Непрямий мережевий ефект спостерігається, коли кілька фінансових об'єктів взаємодіють під впливом єдиного споживача. Банкомати – популярний приклад ситуації, коли різні банки оперують один з одним у результаті трансакції однієї людини. Можливо, непрямі мережеві ефекти мають місце в сонячній енергетиці, особливо у випадках, коли споживачі можуть купувати "зелену" енергію у місцевих енергетичних компаній, які, у свою чергу, купують цю енергію у виробників поновлюваної енергетики (наприклад, сонячні електростанції). Ефект на технологію поширення непрямих мережевих ефектів повинен оцінюватися в кожному випадку окремо. Невідомо, чи може модель містити в собі непрямі мережеві ефекти [6].

Інновація й імітація. Більшість моделей, які доречно використовувати щодо поширення геліотехніки, починаючи з моделі Басса [7, с.203-223], прямо залежать від двох параметрів: коефіцієнта інновації й коефіцієнта імітації. Поясненням цьому служить те, що існує два типи людей, які готові придбати геліотехніку: 1) новатори, які купують товар, тому що вони захоплені новою технологією, і 2) послідовники, які знаходяться під впливом успіху товару й тих, хто цей товар уже встиг придбати. Інша назва цього процесу (імітації або наслідування) – ефект «з вуст у уста» [8, с.273-295].

Теорія поширення інновації. Геліоенергетичне обладнання аргументовано належить до інноваційного [9].

Коли геліотехніка вперше представлена на ринок, вихідний рівень її продажу значно нижче того рівня, якого вона може досягти надалі. Геліотехніка, що тільки з'явилася на ринку, купується ліченими людьми. Пізніше, якщо вона набуде популярності, усе більша кількість людей будуть купувати її, поки не залишиться кілька людей, які утрималися від купівлі. Хоча й вони, в остаточному підсумку, все-таки куплять його. Цей процес називається технологією дифузії (поширення). Технологія проникнення – міра дифузії, що звичайно надається в відсотковому співвідношенні від відомого або очікуваного повного

проникнення в цьому регіоні або від загальної кількості споживачів і домогосподарств, які придбають геліотехніку. Логістична функція дуже популярна в моделях поширення інновацій, у тому числі геліоенергетичного обладнання, завдяки домінуванню кривих підсумовування (S-Кривих). Логістична функція – це проста експонентна функція, яка утворює S-образну криву, що відбиває процес росту частки ринку [10].

Кривка перегину. Важливою якісною характеристикою S-кривої є кривка перегину. Вона звичайно знаходиться приблизно посеред кривої у місці, де нахил максимальний – відповідно в цьому місці кут проникнення найвищий.

S-крива – типове графічне представлення проникнення технології: за допомогою відкладання часу на осі абсцис (OX) і відкладання відсоткового вмісту проникнення на осі ординат (OY). Дана крива має форму літери S, тому носить таку назву. Вона починається з нуля, потім повільно зростає, досягаючи максимуму росту у своїй середині, потім повільно досягає повного проникнення наприкінці. (Рис.1)

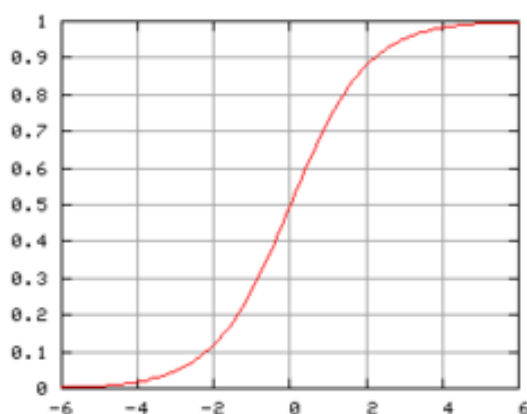


Рис. 1. Зображення типової S-кривої

Класифікацію підходів до досліджень поширення інновацій, які доречно використовувати й для ринку геліоенергетичного обладнання, можна зобразити за допомогою Рис. 2.

Більш детально розглянемо моделі дифузії на макрорівні. Епідемічне поширення й комбіновані моделі пасують більшості моделям інновацій, але успішна модель ринку геліоенергетичного обладнання вимагає врахування параметра впливу політичних дій на поширення. Ці параметри можуть бути включені в зростання рівнів дифузії поряд з коефіцієнтами інновації й імітації.

Багато моделей описуються симетричною S-кривою, де кривка перегину знаходиться в центрі, а крива потім є відображенням себе на проміжку від початку до кривки перегину. Інші моделі допускають більшу еластичність.

Кожна модель, у якій ураховується параметр ефекту «з вуст у вуста», може почати відтворювати прямі мережеві ефекти. Деякі моделі однак відрізняються зростаючою еластичністю в цій області, припустимі для більш точного відтворення прямих мережевих ефектів.

Далі надається опис кожної моделі в порядку збільшення складності. Моделі також згруповані по стилю й механіці.

Таким чином, першою розглянемо найбільш просту модель – базову логістичну модель, так, її елементи як специфічні характеристики використовуються в інших, більш складних моделях. Модель Баса, на якій базуються інші модифіковані моделі, представлена майже наприкінці, тому що її плюси найбільш очевидні після обговорення переваг і недоліків багатьох інших моделей.

Після моделі Баса ідуть тільки дві моделі, які продовжують її, – це модель нерівномірного впливу й узагальнена модель Баса, які більш детально описані далі й модифіковані спеціально під ринок геліоенергетичного обладнання.

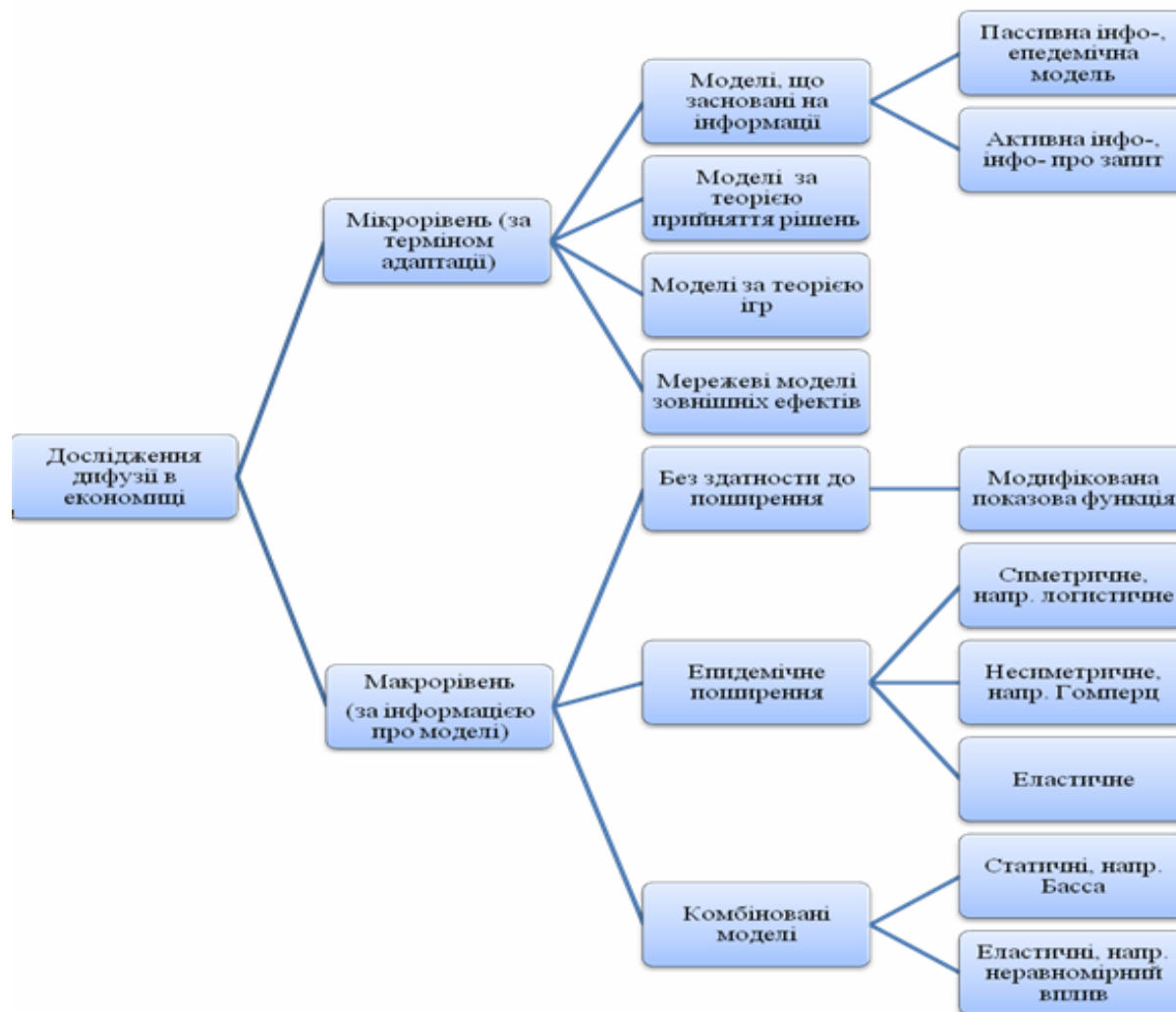


Рис. 2. Підходи до досліджень поширення інновацій [11]

БАЗОВА ЛОГІСТИЧНА МОДЕЛЬ. Базова логістична модель описується рівністю:

$$f(t) = r * t(1 - t),$$

де r – рівень дифузії, або росту. Ця проста модель є базовою для більшості вдосконалених моделей, розглянутих далі. Вона описує місткість ринку, її граничне значення рівня росту, будучи симетричною. Дана модель занадто проста, тому майже не використовується для передбачення розвитку ринку геліоенергетичного обладнання, хоча і є основою для деяких наступних модифікацій.

МОДЕЛЬ НОРМАЛЬНОЇ НЕКУМУЛЯТИВНОЇ АДАПТАЦІЇ. Модель нормальної некумулятивної адаптації виходить із того, що процес сприйняття інновації протягом усього часу заснований на нормальній кривій розподілу. Рівняння функції розподілу в цьому випадку описується формулою:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

де σ – це стандартне відхилення, а μ – середній час адаптації [10]. Враховуючи простоту даного рівняння, модель не може бути точною. Вона дуже строга – вона є симетричною й не враховує не одного зовнішнього фактору (наприклад, інновація, ціна, реклама).

МОДЕЛЬ ФІШЕРА-ПРАЯ. Модель Фішера-Прая походить із логістичної функції, але має кілька фундаментальних відмінностей. Її крива ґрунтується тільки на експериментальних даних про рівень зростання ринку, а рівняння дифузії описується формулою:

$$F(t) = \frac{1}{2} [1 + \tan(\alpha(t - t_0))]$$

де α – це половина показника річного росту зростання ринку на ранній стадії адаптації товару, $t = 2.2/\alpha$ – це весь розглянутий період, t_0 – це час, що відповідає піку дифузії, коли проникнення наполовину завершено [10].

Модель працює за стандартною S-кривою, що отримується у вигляді графіка гіперболічної функції тангенса, яка звичайно належить інтервалу від -1 до 1, включаючи 1, помножену на $1/2$, так що вона лежить в інтервалі від 0 до 1, зміщеному так, що коли час ледве більше 0, вона перебуває близько 0. Форма кривої визначається функцією тангенса.

У нашому випадку, необхідність оцінки рівня зростання вимагає даних про місткість ринку протягом ранньої стадії представлення геліотехніки. Найважчим тут є вимір моменту часу, у якому місткість ринку досягне крапки, відповідній до половини повного проникнення. Важко уявити, якого абсолютного рівня може досягти ріст ринку геліотехніки в цілому. Здається, що процес сприйняття сонячної енергетики буде більш успішним у пізніх прихильників, чим у ранніх. Тому що ця модель симетрична й проста, її легко використовувати, однак вона менш точна в порівнянні з іншими моделями, заснованими на логістичній функції.

СТОХАСТИЧНА МОДЕЛЬ ГОМПЕРЦА. Модель Гомперца – це варіант моделі базового зростання, в якій ріст популяції визначається її розміром. Вираз, що описує поведінку популяції можна представити у вигляді:

$$f(T) = b F(T) \ln \frac{1}{F(T)},$$

де b – це коефіцієнт імітації [8, с.273-295].

Параметри необхідно виміряти певним способом, частіше переважно ітеративним наближенням, коли є вихідні дані. Точність параметрів максимальна, коли відома найбільша кількість вихідних даних, а крапка раннього перегину дає точні результати при наявності навіть усього декількох значень даних [12].

На відміну від більшості моделей, модель Гомперца несиметрична: її крапка перегину знаходиться перед крапкою середини кривої. Це видається здається корисним, хоча крапка перегину усе ще зафіксована, тільки в іншому місці. Дану модель корисно застосовувати для порівняння з іншими моделями. Наприклад, ринок обладнання може характеризуватися змінюваною крапкою перегину завдяки фіскальній політиці, обумовлюючи більшу вагу кривої дифузії на ранніх її строках. Тому побудова моделі Гомперца - гарна можливість для вивчення [8].

МОДЕЛЬ МАНСФІЛДА-БЛЕКМЕНА. Розбудовувавши модель Мансфілда, розроблену в 1961 р., Вейф Блекмен застосував її для розрахунку місткості ринку реактивних двигунів, виявивши, що результати відповідають історичним даним. Він зробив висновок: "Рівень, на якому новий інноваційний продукт витісняє існуючий, на даному ринку можна описати зростаючою функцією від: 1) пропорцій фірм, які вже використовують новий продукт і 2) прибутковості нового продукту в порівнянні з існуючим і функцією, що убуває, від розміру інвестицій, необхідних для адаптації нового продукту" [13].

У моделі використовується логістична функція, що описує плавну S-криву, для кумулятивної місткості ринку. Найбільш простий вираз дифузії Мансфілда можна описати формулою:

$$\frac{f(T)}{1-F(T)} = b F(T)$$

Однак рівняння кумулятивної дифузії, яке змодельовав Блекмен, включає багато різних параметрів і вимагає введень. Використовуючи позначення ряду Тейлора, Блекмен знаходить ринкову частку:

$$F(t) = \frac{L(e^{[t+(Q+\Phi)t]} - Q/\Phi)}{1 + e^{[t+(Q+\Phi)t]}}$$

де Q и Φ – строки, задані розподілом Тейлора для зміни ринкової частки. Це, у свою чергу

визначає прибутковість так само, як і розмір інвестицій. L – максимальна ринкова частка, яку може досягти товар, а I – це постійна інтегрування.

У даному рівнянні Φ використовується для знаходження більш повної інформації про ринок і описується формулою:

$$\Phi = Z + 0,530\Pi - 0,027S,$$

де Z – константа ризику асоціацій, специфічна для кожної галузі, S – мінливий індекс інвестування, Π – індекс прибутковості. S можна отримати в результаті розподілу суми початкових інвестицій на загальні капіталовкладення в бізнес-проект із використанням інновацій. Π можна одержати шляхом розподілу середнього рівня прибутковості на величину інвестованого капіталу. Константи, що наведені в рівнянні, залежать від промислових курсових індексів, а згадані величини неактуальні для сучасних ринків інновацій [10].

Незважаючи на те, що ця цікава модель включає багато параметрів, в основному вона покладається на експертні оцінки, на основі яких обчислюються дані параметри, що й визначає погрішність. Елементи моделі Мансфілда-Блекмена можуть бути корисними при визначенні кінцевої моделі, однак, необхідність обчислення параметрів на основі експертної оцінки виходить за рамки можливостей даного дослідження. Проблема ризику, що допускається інвесторами, є важливим пунктом для росту й повинна бути включена в підсумкову модель, як і такий зовнішній фактор або модифікація існуючих параметрів через введення гедонічної ціни.

МОДЕЛЬ БАСА. Модель Баса – це класична модель, на якій ґрунтується й перевіряється більшість моделей поширення технологій з тих пір, як вона вперше була опублікована в 1969 р. Призначена для споживчих товарів тривалого користування таких, як морозильники, телевізори, кімнатні кондиціонери, вона ґрунтується винятково на оцінній місткості ринку й коефіцієнтах інновації й імітації, обумовлюючи об'єктивний результат. Виведена з логістичної функції, вона чітко залежить від дослідних даних про параметри, що визначають інновації й імітації [10].

У моделі Баса присутні два параметри p – коефіцієнт інновації, і q – коефіцієнт імітації. Їй необхідні як задані, так і оцінні дані про загальне число початково зроблених покупок. Імовірність того, що новатор придбає товар у заданий час визначається коефіцієнтом p , а ймовірність того, що послідовник придбає товар у заданий час, – коефіцієнтом q , помноженим на частку початково зроблених покупок.

Основне рівняння, що описує модель Баса – це ймовірність придбання під час T , до якого не відбувалися покупки:

$$\frac{f(T)}{1-F(T)} = p + q F(T),$$

де $f(T)$ – імовірність придбань під час T , а $F(T)$ – кількість покупок, зроблених під час T . Розв'язок рівняння дає інтегральна кумулятивна функція:

$$f(T) = \frac{(p+q)^2}{p} \frac{e^{-(p+q)T}}{(p e^{-(p+q)T} + 1)^2}$$

Похідна перевірка даних показує, що найбільша кількість продажу здійснюється під час T^* , де

$$T^* = \frac{1}{(p+q)} \ln \left(\frac{q}{p} \right)$$

Таким чином, для моделювання за допомогою моделі Баса необхідно знати m – очікуване загальне число початкових покупок (тобто місткість ринку), а також параметри: p , коефіцієнт інновації, і q , коефіцієнт імітації. У свою чергу, оцінка коефіцієнтів інновації й

імітації вимагає інформації про:

- час, коли рівень адаптації максимальний;
- поточну кількість прихильників у цей момент часу;
- загальну кількість прихильників у цей момент часу;
- загальне населення прихильників.

Успіх моделі Баса буде залежати від точності прогнозних даних. Її простота – одна з головних переваг, але відносно ринку геліоенергетичного обладнання в неї є недоліки. Модель Баса не пропонує засобу збору малодоступних характеристик про процес поширення технологій, що засновані на використанні сонячної енергії. Вона також описується симетричною S-кривою, і тому що P набагато менше, чим Q , крапка перегину в моделі Баса майже завжди знаходиться по центру [10].

Кілька моделей, які розглянуті далі – похідні від моделі Баса.

УЗАГАЛЬНЕНА МОДЕЛЬ БАСА (УМБ). Узагальнена модель Баса - більш гнучка версія моделі Баса, яка включає залежні від часу ухвалення рішення змінні (такі як ціна й реклама). Згадаємо оригінальне рівняння Баса:

$$\frac{f(T)}{1-F(T)} = p + q F(T)$$

де f – функція розподілу ймовірностей, а F – інтегральна функція.

УМБ намагається модифікувати праву частину рівняння таким чином, що під впливом результатів коефіцієнтів інновації й імітації відтворює результати змінних ухвалення рішення залежно від часу. Таким чином, отримана УМБ визнає істотність гедонічного ціноутворення. Будь-який фактор, який змінюється в часі й виявляє передбачуваний ефект на попит товару, можна змоделювати за допомогою УМБ. Отримане рівняння:

$$\frac{f(T)}{1-F(T)} = [p + q F(T)] x(T)$$

де $x(T)$ – "поточні маркетингові заходи" [7].

Таким чином, для моделювання за допомогою УМБ необхідно знати коефіцієнти інновації й імітації, місткість ринку, функції змінних прийняття рішень (може включати змінну фіскальної політики). УМБ вимагає більше даних, чим модель Баса; імовірні оцінки для функцій, що становлять змінні ухвалення рішення, мають вирішальне значення. Однак з різними функціями змінних прийняття рішень УМБ може "прорахувати бажаний час піка й підігнати велику різноманітність форм під розподіл функції f " [7].

Узагальнена модель Баса – гнучка й може бути точною, незважаючи на те, що з нею складно працювати. Доведено, що вона може працювати не гірше оригінальної моделі Баса й застосовна для багатьох варіантів ринкових ситуацій. Можливість контролю над введеними змінними прийняття рішень надає їй здатність добре імітувати фіскальну політику. Наступні модифікації однак можуть представити дану модель занадто громіздкі для будь-яких практичних цілей.

МОДЕЛЬ НЕРІВНОМІРНОГО ВПЛИВУ (МНВ). Модель нерівномірного впливу – надбудова до моделі Баса. Вона вводить коефіцієнт імітації, що змінюється в часі, який описується несиметричною S-кривою зі змінною крапкою перегину.

Відмінність між МНВ і моделлю Баса полягає в заміні коефіцієнта імітації функцією. Ізінгвуд, Махаджан і Мюллер доводять, що в багатьох випадках ефект «з вуст в уста» скорочується, якщо процес дифузії прогресує. МНВ включає можливості як збільшення, сталості, так і зменшення коефіцієнта імітації. У випадку незмінності ця модель зводиться до моделі Баса.

Нехай $w(T)$ – це коефіцієнт імітації. У МНВ, він являється функцією проникнення:

$$w(T) = b[F(T)]^\alpha$$

де $F(T)$ – загальне проникнення в момент часу T , b – коефіцієнт імітації при повному

проникненні на ринок, α – константа. Якщо $w(T)$ замінити в оригінальній моделі Баса на q , коефіцієнт імітації по моделі Баса, одержимо:

$$\frac{f(T)}{1-f(T)} = a + bF(T)^\delta$$

де фактор нерівномірного впливу $\delta = 1 + \alpha > 0$, $F(T)$ – частка накопиченої дифузії на момент часу T , a – коефіцієнт інновації, b – коефіцієнт імітації при повному ринковому проникненні в МНВ-моделі.

Зміна коефіцієнта імітації визначається величиною фактору нерівномірного впливу δ . Коли $\delta > 1$, це означає, ефект «з вуст в уста» згодом зростає, коли $\delta = 1$, він постійний, як у моделі Баса, і $0 < \delta < 1$, він зменшується.

Фактор нерівномірного впливу може відстрочити або прискорити управління впливом як на ранньому й високому піку, так і на пізньому й низькому піку рівня адаптації товару. Це неостаточна форма розв'язку для F^* , крапки перегину, але вона може опускатися з кожним відсотком проникнення.

Таким чином, для моделювання за допомогою МНВ необхідно розрахувати коефіцієнт інновації й функцію коефіцієнта імітації. Дана модель стає більш гнучкою, чим узагальнена модель Баса (УМБ), тому що включає асиметричні криві, і має більшу гнучкість у піку часу, чим модель Баса. Адаптивність МНВ ґрунтується на інших причинах, ніж в УМБ. Це крок на шляху до моделі мережевих ефектів.

Модель нерівномірного впливу має більш широкі можливості застосування, що забезпечує їй гнучкість більшу, ніж в УМБ. Не можна порівнювати точність моделей між собою, хоча МНВ працює набагато краще, ніж звичайна модель Баса. Можливі модифікації МНВ містять обґрунтування фіскальної політики, вводячи обмеження вибору α . Якщо яка-небудь ціна буде введена в МНВ, враховуючи гедонічне ціноутворення, може вийти дуже стійка до помилок модель.

Висновки та перспективи подальших розробок. У зв'язку з інтенсивним розвитком ринку геліоенергетичного обладнання в Україні, особливо в останні роки, динаміка та тенденції його розвитку являють собою інтерес не тільки для суб'єктів даного ринку, але й для потенційних інвесторів. Для вивчення поведінки ринків та їх прогнозування в маркетингової теорії використовують у тому числі казуальні методи, які включають до себе економіко-математичне моделювання.

У даній роботі для класифікації й обґрунтування вибору відповідних до ринку геліоенергетичного обладнання математичних моделей розглядаються деякі загальні вихідні умови, описані в термінах. Змінні рішень, прямий і непрямий мережеві ефекти, гедонічне ціноутворення, інновація, імітація, дифузія, логістична функція, описувана за допомогою S-кривої і крапки перегину – усе це становить категоріальний апарат моделювання процесу проникнення специфічного геліоенергетичного обладнання на вітчизняний ринок.

При класифікації більш детально були розглянуті моделі дифузії на макроекономічному рівні, які умовно можна поділити на три групи (Рис.2). Але, з нашої точки зору, для прогнозування ринку геліоенергетичного обладнання найбільш важливі дві з них – інновації, для яких властиве епідемічне поширення та комбіновані моделі дифузії інновації.

Інновації, для яких властиве епідемічне поширення, прогнозуються за допомогою симетричної, несиметричної та еластичної моделей, що засновані на логістичній функції. Розглянуті базова логістична модель, модель нормальної некумулятивної адаптації й модель Фішера-Прая, модель Гомперца, модель Мансфілда-Блекмена та їхні особливості застосування на ринку геліоенергетичного обладнання.

До комбінованих моделей дифузії належать статичні та еластичні моделі. Приведені характеристики та перелік можливостей класичної статичної моделі Баса, узагальненої

моделі Баса та еластичної моделі нерівномірного впливу для прогнозування тенденцій розвитку ринку геліоенергетичного обладнання.

Для моделювання з урахуванням фіскальної політики найбільш придатними є модель нерівномірного впливу (МНВ) і узагальнена модель Баса (УМБ). Для уявлення розвитку ринку обладнання з використання сонячної енергії особливо цікава МНВ, тому що вона проста й дозволяє модифікувати ціни навіть простіше, ніж УМБ. Практична значимість побудови УМБ полягає в приєднанні декількох різних факторів, що розглянуті окремо як змінні прийняття рішень. Це дозволяє максимально прояснити різні ефекти від декількох різних фіскальних заходів.

Дослідження даних підходів до моделювання дозволяє правильно орієнтуватися в пошуку й розробці моделі, що найбільш відповідає ринку геліоенергетичного обладнання. Вивчення існуючих моделей є ключовим кроком у цьому процесі.

Література

1. «О энергосбережении» Закон Украины от 01.07.94г. (с изменениями №783-XIV (783-14) от 30.06.99, ВВР, 1999, №34, ст.274).
2. Литовченко И. Рынок гелиоэнергетического оборудования в Одесской области [Текст] / И. Литовченко, И. Шкурупская // *Економіст*. – 2008. – № 11. – С. 34-37.
3. Бушуева Л.И. Методы прогнозирования объема продаж [Текст] / Л.И. Бушуева // *Маркетинг в России и за рубежом*. – 2002. – №1. – С. 51-53.
4. *Advanced Modeling of Renewable Energy Market Dynamics* / M. Evans, R. Little, K. Lloyd, G. Malikov, and G. Passolt, D. Arent, B. Swezey, and G. Mosey – report Operated for the U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy by Midwest Research Institute, 2007 – P. 36-50.
5. Saloner, Garth, and Andrea Shepard. 1995. Adoption of technologies with network effects: An empirical examination of the adoption of Teller machines. *RAND Journal of Economics* 26(3). – P. 479–501
6. Knittel, Christopher R., and Victor Stango. 2004. Compatibility and pricing with indirect network effects: Evidence from ATMs. National Bureau of Economic Research Working Paper #10774.
7. Bass, F., T. Krishnan, and D. Jain. 1994. Why the Bass model fits without decision variables. *Marketing Science* 13(3). – P. 203–223.
8. Easingwood, C., V. Mahajan, and E. Muller. 1983. A nonuniform influence innovation diffusion model of new product acceptance. *Marketing Science* 2(3). – P. 273–295.
9. Шкурупская И.А. Маркетинг инноваций на рынке гелиотехники в Украине / И.А. Шкурупская // *Економічні інновації. Збірка наукових праць*. Вип.35, 2009 – Одеса: Інститут проблем ринку та економіко-екологічних досліджень НАН України. – С. 219-228.
10. Gilshannon, S., and D. Brown. 1996. Review of methods for forecasting the market penetration of new technologies. Pacific Northwest National Laboratory report.
11. Frank, Lauri Dieter. 2004. An analysis of the effect of the economic situation on modeling and forecasting the diffusion of wireless communications in Finland. *Technological Forecasting & Social Change* 71. – P. 391–403.
12. Jukic, Dragan, Gordana Kralik, and Rudolf Scitovski. 2004. Least-squares fitting Gompertz curve. *Journal of Computational and Applied Mathematics* 169(2). – P. 359–375.
13. Blackman, Wade. 1971. The rate of innovation in the commercial aircraft jet engine market. *Technological Forecasting and Social Change* 2(3-4). – P. 269–276.