**Математичні моделі реклами медичних та освітніх послуг у ринкових умовах**

**Вступ**

З часом з’являється все більше медичних та освітніх закладів (особливо вузів), які пропонують платні послуги населенню. При цьому вступає в дію реклама, яка нічим суттєвим не відрізняється від реклами усіх інших товарів та послуг. Тому в подальшому тексті для узагальнення змісту, зрозумілості прикладів і скорочення висловів буде використовуватись термін “реклама товару(ів)”.

Серед великої кількості публікацій, спрямованих на розкриття різних сторін реклами [Ф. Джефкінс, 2001; Б.А. Обритько, 2002; М.Ю. Рогожин, 2002; Дж.Р. Россітер, Л. Персі, 2002; Дж. Сивулка, 2002; В.В. Ученова, Н.В. Старих, 2002; Л.Н. Федотова, 2002], практично немає таких, в яких містився б кількісний аналіз її закономірностей і, тим більш, математичні моделі системи «реклама – людина як потенційний її споживач». Наші попередні дослідження [М. Максимович, 2001; 2002; 2003] були присвячені психофізичному (біофізичному) аналізу сприйняття і засвоєння людиною реклами, яка розглядається як один із видів інформації. Однак лишилося багато задач, які потрібно розв’язати. Зокрема актуально змоделювати дію однієї з головних властивостей реклами, що виявляється в посиленні конкурентоспроможності відповідного товару. Адже в рекламі у більш доступній та чуттєвій формі, ніж в інших видах інформації, наприклад, інструкціях, розкриваються переваги товару.

Враховуючи сказане вище, було поставлено задачу: засобами математичного моделювання відобразити роль реклами в конкурентній боротьбі товарів.

**Методика досліджень**

Робота базується на теоретичному конструюванні й аналізі реальних спостережень. Теоретичні побудови являли мисленнєвий експеримент із селективно відібраними з наукової літератури і перевірюваними математичними моделями. При пошуку відображення конкурентної боротьби було вибрано одну з розробок М. Ейгена і П. Шустера (1982). Біофізичні моделі цих авторів відобразили конкурентну боротьбу за виживання різних видів молекулярних утворень. Один із таких видів у результаті мутацій набув нову якість, що може бути перенесено на новий товар із відповідною інтерпретацією параметрів моделей. Багато не розглядуваних у цій статті моделей М. Ейгена і П. Шустера також дозволяють застосувати узагальнене трактування, подібно до того, як це роблять в узагальненій термодинаміці [В.О. Максимович, С.В. Беспалова, 2002].

На відміну від попередніх моделей для вираження конкуруючих об’єктів, було знайдено аналог для неконкуруючих (слабко, неістотно конкуруючих) об’єктів, що співіснують один з одним. Прикладом таких товарів можуть бути м’ясні та кондитерські вироби. Модель подібного явища, але не для товарних взаємовідносин, була запропонована в біоекології Р. Мак Артуром в 1967 р., а нами узята у В.Д. Федорова (1979), який додатково глибоко її проаналізував, опрацював.

Зразки реклами конкретних товарів були розроблені нами й використані товаровласниками в м. Черкаси. У крупних магазинах і на ринку цього міста у товаровласників були отримані відомості про динаміку реалізації товарів до та після реклами. Порівняння теоретичних траєкторій з емпіричними проводили загальноприйнятими статистичними методами [С.А. Айвазян і співавт., 1983; Дж. Бендет, А. Пірсол, 1989].

## Результати досліджень

Лишаючись в рамках моделі Ейгена – Шустера з певними її змінами стосовно до нового завдання, розглянемо її зміст з інтерпретацією, пов’язаною з рекламою нової, зміненої якості товару:



де – зміна кількості проданого (реалізованого) товару після реклами його нової якості, в одиницях виробів або у грошовому вираженні; Mi – кількість проданого *і*-го товару до реклами появи в нього нової якості, в одиницях виробів або у грошовому вираженні; Qi – міра відмінності якості рекламованого товару від попереднього (прототипу[[1]](#footnote-1)\*), діапазон міри 0…1, причому нуль – відмінностей від попереднього немає, 1 – цілковите оновлення, фактично новий товар того ж призначення; Аi – міра внеску реклами у зміну реалізації товару, діапазон міри 0…1, причому нуль відповідає відсутності реклами чи будь-якої її дії на споживача, а 1 – максимальної її ефективності; Чi – частка повернутих споживачами виробів *і*-го товару через незадовільну якість (за теорією надійності – імовірність (Р*i*) відмови виробів, що суперечить, протидіє рекламі), діапазон міри 0…1; Еi = [(AiQi)1/2–Чi] – міра засвоєння товару покупцями, діапазон міри 0…1; Mk – кількість проданого спорідненого товару (k: 1, 2 … n), який інший суб’єкт підприємництва підлаштовує під рекламований товар, так званий “в’їзд у ринок на чужій рекламі”, в одиницях виробів або у грошовому вираженні; ωk – міра наближення якостей псевдотовару (чужих товарів) до рекламованого оригіналу, діапазон міри 0…1; ∑ωkMk – сумарна кількість проданих псевдотоварів після реклами, в одиницях виробів або у грошовому вираженні.



У викладеному “рекламно-товарному” сенсі моделі йдеться не про загальне виробництво товару (у М. Ейгена і П.Шустера репродукції макромолекул), а про одну, головну функцію – збільшення реалізації (продажу) товару, тобто про зміну його ринкової активності. Тому в рівнянні (1) відсутній член ωk , який у Ейгена і Шустера характеризує ту репродуктивну частину загальної сукупності, яка пересувається за межі простору, що вивчається, або, навпаки, прибувають в нього іззовні.



З аналізу рівняння (1) випливає, що ефективна реклама позитивно впливає не тілmки на реалізацію рекламованого товару, а й споріднених із ним, які підлаштовуються під рекламований оригінал. Формально це відображається:



З наведеного модельного представлення випливає, що приріст реалізації товару () істотно залежить від якості реклами (). З іншого боку, якість реклами проявляється і може бути оцінена за сумарним ростом реалізації рекламованого товару та його псевдоформ. Це позитивна сторона оцінки реклами, а є і негативна.



Ще раз звернемо увагу на параметр Чі з рівняння (1). Як пояснювалося у позначеннях до нього, цей параметр характеризує ненадійність рекламованих виробів (їх повернення виробникам) і тим самим прямо чи опосередковано вступає в суперечність з рекламними характеристиками переваг товару.

Згідно з теорією надійності імовірність безвідмовності виробу визначають так:



Саме безвідмовність сигналізує споживачеві про правдивість (міру достовірності – рі ) сприйнятої ними реклами. У цьому показнику появляється міра збігу рекламованих якостей товару з істинними, реальними його властивостями.

Звісно, у потенційних споживачів склалася певна недовіра взагалі до реклами, незалежно від фізичної або юридичної особи, яка її виготовлює. На жаль, виробники реклами зовсім не відповідають за її правдивість (достовірність рі). Цей показник не впливає на їх добробут або диференційовано на їх престиж. Ніяких рейтингів правдивості виробників реклами поки що не існує. Між тим, як видно зі змісту рівняння (4), цілком можливо кількісно оцінювати міру правдивості як окремої реклами, так і сумарно рекламної діяльності фірми. Запровадження такої вимоги змусило б творців реклами (художників, дизайнерів та інших спеціалістів) враховувати поки що не властивий їм показник ринкового реалізму – правдивість художнього (рекламного) відображення і боротися разом з товаровиробником за високий рейтинг.

Після викладеного легше відповісти на чергове запитання про визначення тієї якості реклами, яка дозволяє зробити рекламований товар не просто високо реалізованим, а домінуючим на ринку попиту серед споріднених конкуруючих товарів з їх власною рекламою.

При інших рівних початкових умовах, наприклад, за M, Q тощо, відповідний показник формулюється так:



де η1 і η2 – відповідно конкурентні сили реклами першого і другого товару; А1 і А2 – відповідно ступінь внеску реклами у зміну реалізації (продажу) першого і другого товару; Ч1 і Ч2 – відповідно частка повернутих покупцями виробів першого і другого товару; Е1 і Е2 – відповідно позитивний внесок реклами першого і другого товару, тобто Еі = Аі – Чі за умови Q1=Q2=1.



Рівняння (5) і (6) наведені для двох товарів. Аналогічні рівняння можна було б навести для якості реклами інших товарів. У цьому випадку показники можна розташувати у ранжованому ряду і виділити максимум в ієрархії. Для рівнянь (5) і (6) критерії якості такі: при η1> η2 реклама 1-го товару має більшу конкурентну силу, при η1< η2 2-га реклама сильніша, а при η1 = η2 обидві реклами однакові. Товар з більш сильною рекламою буде домінувати на ринку попиту і поступово (в ідеалі при ) витіснить конкурента. Виживе один, якщо не з’явиться “мутант”, ще більш сильний, що закономірно у ринковій дійсності.



На відміну від конкуруючих видів товару та їх реклами, на ринку існують групи таких видів товарів, які між собою не конкурують або конкурують слабко, неістотно. Наприклад, група м’ясних товарів, що охоплює кілька видів ковбасних, консервних та інших видів виробів, практично не конкурує із групою кондитерських товарів, у яку входять види цукерок, печива та інших. На ринку будь-якого населеного пункту закономірно складається система груп товарів, що не конкурують між собою, відповідають за співвідношення різних біологічних, духовних і соціальних потреб споживачів, які звичайно відвідують ринок. Товарний і грошовий обіг такого усталеного ринку квазірівноважний як сумарно, так і за окремими групами товарів.

Для відображення встановленої рівноваги реалізації груп товарів на ринку можна використовувати модель, яку називають за її походженням у біоекології макартурівською:



де N – загальна кількість реалізовуваних за час t (приймемо один день) на ринку товарів у грошовому виразі; ν - кількість груп товарів на ринку; N/ν - середнє грошове надходження від реалізації однієї групи товару на ринку; r – порядковий номер (r: 1,2…і) групи в ранжованому ряді за реальною грошовою сумою реалізації цієї групи товарів; nr – кількість (у грошовому вираженні) реалізованих на ринку товарів r-ої групи.

Рівняння (7) не єдине, яке можна було б використовувати для слабко конкурентних складових ринку. В.Д. Федоров (1978), окрім власної, так званої моделі експоненціально розламаного стрижня, наводить інші моделі, а саме модель фізика Дайсона, яку В.Н. Тутубалін запропонував для зображення подібних закономірностей. Дайсонівська модель генетично торкалась наборів енергетичних рівнів атомних ядер, а також виявилася придатною для застосування в біоекології, і, як ми гадаємо, в ринкових відносинах. Але нашим завданням є не стільки вибір найбільш придатної моделі товарно-грошових відносин, скільки вплив реклами на ці відносини.

На відміну від описаної вище внутрішньовидової конкуренції, міжгруповий аналог може бути пов'язаний з більш серйозними стратегіями і рекламними підставами. Серед них можуть бути наукові, епідеміологічні, екологічні й інші важливі соціальні мотивації. Так, пропаганда вегетаріанства або ветеринарні доводи щодо захворювання тварин, або ж факти екологічної небезпеки продуктів, наприклад, грибів, чи піст або релігійні свята можуть істотно змінити ієрархію реалізації груп товарів. Тому, в даному випадку реклама за своїм змістом повинна бути спрямована не на окремий вид товару, а на групу, і включати глибокі, але зрозумілі наукові доводи. Припустимо, при рекламі м'ясних товарів повідомляти про роль незамінних речовин амінокислот, що містяться лише в м'ясі. У слабко конкурентних групах реклама повинна, як мінімум, підтримувати збереження групового місця (г) товару, що рекламується, або його повернення на колишнє місце при його втраті в зв'язку з якимись несприятливими обставинами – епідемічними, екологічними тощо. Як максимум, реклама повинна пересунути всю групу товарів, що презентується, на ієрархічно більш високе місце за попитом покупця.

Отже, при квазістабільній загальній реалізації товарів (N) на ринку (адже сума загальних потреб людей від перестановки місць товарів не змінюється) парціальна реалізація залежить від зайнятого місця в ієрархії груп. Саме на перевагу даної групи і повинна бути спрямована реклама, на відміну від раніше розглядуваного змісту, мішенню якого була внутрішньовидова боротьба.



За інших рівних умов, у тому числі при відсутності зовнішніх потрясінь, значимий позитивний чи негативний ефект (ξ) реклами можна відобразити таким чином:

Слід також врахувати, що повинно перевищувати звичайні випадкові коливання nг, що формально можна визначити як 3σ статистики nr, де σ – стандартне відхилення середньої величини.

Звичайно, набір (8) визначає мінімальну ефективність реклами – зрушення групи товарів у ранжованому ряді на одне місце. Але ітеративно цілком можливо з допомогою (8) продовжити переміщення. Було поставлено також умову відсутності розбалансування асоціативної системи груп товарів, що склалася, котре може відбутися з різних причин. До них можна віднести виникнення дефіциту товарів певної групи або різкого зниження цін через сезонний розпродаж тощо. У подібних випадках стрибок nr перевищує коливання нормальної статистики і вимагає іншого змісту реклами.

Виникає питання, які існують основні види територіального проявлення ефекту реклами. Для відповіді на нього застосуємо фундаментальну модель, розроблену в школі академіка АНРФ А.А. Самарського. За походженням вона отримала назву моделі теплових структур. Але виправдала себе у найрізноманітніших галузях застосування: від процесів поширення інформації і демографічних явищ до керованого термоядерного синтезу [С.П.Капіца та співавт., 2001]. Ця нелінійна модель у окремих похідних виглядає в інтерпретації до смислу поставленого завдання так:



де θ – ринковий простір; M – вихідний об’єм реалізації рекламованого товару, в одиницях виробів або грошовому вираженні; ∂М/∂t – зміна об’єму реалізації рекламованого товару, окрема похідна за часом; ∂М/∂θ – зміна об’єму реалізації рекламованого товару, окрема похідна за простором; а0 – коефіцієнт попитоспроможності рекламованого товару на споживацькому ринку, що вивчається; q0 – коефіцієнт позитивного впливу об’єму реалізації товару; σ – коефіцієнт конкурентної сили реклами; β – коефіцієнт, який відображує правдивість реклами, β=1+рі.

Для детального опису всіх можливих варіантів розв’язання рівняння (9) знадобилося б багато часу та місця. Наприклад, короткий виклад теплових структур зайняв у Н.В. Змитренко, А.П. Михайлова (1982) 64 сторінки. Тому наведемо лише вибіркові, найбільш промовисті положення.

Один із доданків праворуч (q0Мβ) звичайно трактують як позитивний зворотний зв’язок, котрий в аналізованому явищі іде через мотивацію споживачів. Другий доданок, який містить у своєму складі (а0Мσ), відображує дисипативний процес народження функціональних структур, які стосовно до ринкового простору визначають нерівномірність попиту і реалізації рекламованого товару в різних місцях. Змістова сторона цього доданку полягає також в тому, що при М = 0 ніяких ринкових змін не відбудеться, а чим більше М, тим потенційніша спроможність рекламованого товару перейти на другий рівень реалізації.

У школі А.А. Самарського виявлені такі якісні особливості розв’язання рівняння (9). По-перше, залежно від співвідношення параметрів σ і β, воно може відобразити так звані режими із загостренням, які часто мають місце у дійсності. У таких режимах за короткий час після впливу (наприклад, реклами), який називається часом загострення, функціональна змінна, у даному випадку, реалізації товару, зростає теоретично до нескінченності, а практично – у кілька разів. По-друге, це “загострення” попиту – реалізації найчастіше відбувається в обмеженій кількості місць загального ринкового простору. Останнє пов’язане як із доступністю реклами для певного кола населення, так і з рекламно-рейтинговим положенням окремих магазинів, маркетів, субринків, що вимагає іншого виду реклами, відмінного від товарної.

**Висновки**

1. Пропоновані модернізовані моделі Ейгена-Шустера, МакАртура і теплових структур дозволяють змістовно відобразити роль реклами у конкурентних ринково-товарних відносинах, ієрархічному співіснуванні слабко конкурентних груп товарів (послуг) і у прогнозуванні часово-просторового відгуку ринку на рекламу.
2. Формалізація впливу рекламної інформації на населення вводить її у гносеологію точних наук з кібернетичною акцентуацією, і як один із реальних методів перевірюваного ефекту по зворотному зв’язку від реалізовуваності товарів (послуг) рекламна інформація може увійти у методологію інформатики, причому із комп’ютерними технологіями.

**Література**

1. Айвазян С.А., Енюков И. С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных: Справочное издание. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 481 с.
2. Бендет Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 540 с.
3. Джефкінс Френк. Реклама: Практичний посібник. – 4-е видання. – К.: Знання, 2001. – 455 с.
4. Змитренко Н.В., Михайлов А.П. Инерция тепла. – М.: Знание, 1982. – 64 с. – (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Математика, кибернетика», № 12).
5. Максимович В.А., Мухин В.В., Беспалова С.В. Медицинская психофизика. – Донецк: ДонНУ, 2001. – 150 с.
6. Максимович М.В. Биофизика (психофизика) рекламы. В кн.: Біорізноманіття природних і техногенних біотипів України: Матеріали Всеукраїнської конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Донецьк, 19-22 листопада 2001 р.). Ч. ІІ. “Біологічна і медична фізика”, “Екологія людини”, “Ентомологія”. – Донецьк: ДонНУ, 2001. – С. 10-13.
7. Максимович М.В. Закрепление образов в долговременной памяти. Раздел 3.8. В кн.: Максимович В.А., Беспалова С.В. Математическое моделирование в медицинской биофизике (Моделирование в биомедфизике). – Донецьк: ДонНУ, 2002. – С. 171-177.
8. Максимович Максим. Мотивація споживача – мішень реклами. В кн.: Донецький вісник наукового товариcтва ім. Т.Г. Шевченка. Т.3. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. – С. 122-127.
9. Обритько Б.А. Реклама і рекламна діяльність: Курс лекцій. – К.: МАУП, 2002. – 240 с.
10. Рогожин М.Ю. Теория и практика рекламной деятельности: Учебное пособие. – М.: Изд-во РДЛ, 2002. – 208 с.
11. Росситер Дж. Р., Перси Л. Реклама и продвижение товаров. – СПб.: Питер, 2002. – 656 с.
12. Сивулка Дж. Мыло, секс и сигареты. История американской рекламы. – СПб, М., Х., Минск: Питер, 2002. – 303 с.
13. Федоров В.Д. Относительное обилие симпарических видов и модель экспоненциально разломанного стержня (ЭРС). – В кн.: Человек и биосфера. В. 2. Устойчивость экологических систем. – М.: МГУ, 1978. – С. 17-41.
14. Федотова Л.Н. Социология рекламной деятельности. – М.: Гардарикл, 2002. – 272 с.
15. Эйген М., Шустер П. Гиперцикл. Принципы самоорганизации макромолекул. – М.: Мир, 1982. – 270 с.

1. \* Прототипом може служити не тільки попередній *і*-ий товар, а й інший (*j*), вибраний для порівняння. [↑](#footnote-ref-1)