

$$G^0 = \frac{\partial D_{t+1}}{\partial p_{t+1}},$$

то це означає, що величину GAP можна розглядати як характеристику відносного темпу зростання чистого процентного доходу при зміні процентної ставки.

Література

1. Федоров Б. Г. Новый англо-русский банковский и экономический словарь / Федоров Б. Г. — СПб.: ООО «Издательство «Лимбус Пресс», 2004. — 848 с.

2. Синки Дж. Ф. (мл.) Управление фінансами в комерческих банках / Синки Дж. Ф. (мл.) — М.: Catallaxy, 2005. — 937 с.

Стаття надійшла до редакції 18.05.2011 р.

УДК 691.23

С. В. Устенко, д-р екон. наук, проф.,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»,
Т. В. Ляшенко, канд. техн. наук, доц.,
Український фінансово-економічний інститут

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗМІЩЕННЯ ТОВАРУ У ТОЧКАХ РОЗДРІБНОЇ ТОРГІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

АНОТАЦІЯ. У статті представлено матеріали побудови математичної моделі розміщення товару у точках роздрібною торгівлі. Розробка моделі є актуальною в умовах сучасного розвитку торгової діяльності та ринкових відносин.

SUMMARY. The article presents the materials of construction of mathematical models of product placement in retail outlets. Development of model is relevant in today's trading activity and development of market relations.

КЛЮЧОВІ СЛОВА. Математична модель, матриця інтенсивності продажу, розподіл.

Постановка проблеми. Роздрібна торгівля — одна з найважливіших сфер забезпечення населення. При її посередництві здійс-

© С. В. Устенко, Т. В. Ляшенко, 2011

снюється ринкова угода товарної пропозиції і купівельного попиту. Будучи джерелом надходження грошових коштів, торгівля тим самим формує основи фінансової стабільності держави. За період ринкових перетворень вона зазнала корінних змін.

Перехід до ринкової економіки, поява великої різноманітності організаційно-правових форм підприємств зумовили потребу в нових підходах до організації і технології торговельних процесів, до широкого розвитку приватної ініціативи і підприємництва. У роздрібній торгівлі, як ні в одній іншій галузі господарської системи, сформувалося багате конкурентне середовище. Підприємницька й інвестиційна активність у цій сфері найвища.

У сучасних умовах велике значення набули такі представники торгівлі, як супермаркети та гіпермаркети, за місце на полицях яких відбувається конкурентна боротьба постачальників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роздрібна торгівля — одна з найзначніших для суспільства галузей господарства. За даними Державного комітету статистики України, об'єм роздрібного товарообігу підприємств роздрібною торгівлі і ресторанного господарства України в 2010 році склав 123,668 млрд грн. Це на 55,7 % перевищує об'єми 2009 року.

Максимальне зростання роздрібного товарообігу в 2010 році зафіксоване в Києві (40,7 %), Київській (38,7 %), Одеській (33,1 %), Донецькій (29,2 %), Івано-Франківській (28,6 %), Миколаївській (27,6 %) областях та АР Крим (27,3 %), а мінімальне — у Чернівецькій (11,1 %), Львівській (12,2 %), Запорізькій (12,3 %) областях. У Закарпатській області об'єм роздрібного товарообігу знизився на 0,6 %.

За даними статистичного відомства, лідерами за абсолютними показниками роздрібного товарообігу в 2010 році були: Київ (23,72 млрд грн), Дніпропетровська (11,146 млрд грн), Донецька (10,648 млрд грн), Харківська (8,844 млрд грн), Одеська (7,102 млрд грн) і Львівська (6,751 млрд грн) області. На ці області припадає більше половини всього роздрібного товарообігу країни.

За даними Головного управління статистики в Київській області, на 39,2 % збільшився оборот роздрібною торгівлі за 2009 рік порівняно з 2008 роком і склав 4 млрд 799,3 млн грн. У структурі обороту роздрібною торгівлі на організовані і неформальні ринки доводилося 38,2 %. В обороті організованих ринків оборот від продажу продтоварів, включаючи сільськогосподарські, склав 55,4 %, оборот від продажу непродовольчих товарів — 44,6 %.

Мета статті. В сучасних умовах велике значення набули такі представники торгівлі, як супермаркети та гіпермаркети, за місце на полицях яких відбувається конкурентна боротьба поста-

чальників. Тобто є суттєва потреба у розробці математичної моделі оптимального розподілу товару на полицях з метою отримання максимального прибутку.

Виклад результатів дослідження. Величезний вплив на покупця надає такий фактор, як розташування продуктів на полицях. Зазвичай велику частину товарів покупці беруть з полиці, яка розташована перед очима (вона називається «золотою»), трохи рідше звертаються до полиці на рівні рук — «срібною». Вдалим вважається розташування на першому стелажі по ходу покупця і на стендах правої стіни, оскільки зазвичай люди обходять магазин справа наліво і активніше наповнюють корзину саме в перші хвилини відвідування супермаркету.

Як правило, вдале розташування товарів впливає на підсвідомому рівні. Опитування, проведене серед клієнтів магазинів, показало, що 8 з 10 покупців упевнені в тому, що беруть саме ті товари, які планували, і ніякі прийоми мерчендайзінгу на них не діють. Проте просте порівняння покупок і змісту стелажів магазину показало, що 70 % продуктів, що опинилися у візку відвідувача, стояли на найвигідніших полицях супермаркету.

Товари, розставлені в ідеальному порядку, люди беруть гірше, оскільки не хочуть порушувати красу, а ось продукти, яких залишилося всього кілька штук, неодмінно опиняться у візку покупця, адже якщо їх беруть, значить, вони того коштують.

У супермаркетах високий відсоток так званої «імпульсної покупки». Існує безліч класичних способів стимулювати бажання відвідувача купити зайві, додаткові товари. Наприклад, виставляти товари за принципом асоціативності. Основним є розташування товарів, що мають найбільший попит, так, щоб «направляти» покупця до полиць з товарами, що користується низьким попитом [1].

Покупці вважають за краще робити покупки по периметру магазину, і, отже, ці зони більш відвідувані, ніж центральні проходи між полицями. Товари, що вимагають обдумування перед покупкою, повинні бути віддалені від основних артерій, щоб уникнути перевантаженості. Навпаки, імпульсні лінії повинні знаходитися там, де скупчується багато покупців.

Товари, що продавалися на контролі, дали подвійний результат продажів на квадратний метр у порівнянні з тими, що робилися в основній торговій зоні.

Розміщення товарів легко виявити, якщо вони знаходяться в зоні відкритої видимості на шляху руху по магазину. «Ходові» позиції можуть створювати відповідне оточення і атмосферу, сприяючи огляду [2].

Враховуючи усі перелічені особливості необхідно розробити математичну модель розміщення товару з метою збільшення обсягу продажів товарів, максимізації прибутку торговельної точки та максимізації задоволення попиту споживача.

Постановка задачі. На торговельній площі розміщено L видів торговельного обладнання, кожна з яких містить I стелажів (які умовно діляться на J сегментів) та K — видів продукції з прибутковістю c_k . Кожен вид продукції характеризується власною інтенсивністю продажів при розміщенні його в кожен сегмент кожного виду торговельного обладнання.

Необхідно: так розмістити наявні види продукції, щоб прибуток від їх реалізації був максимальним.

Об'єкт дослідження. Під об'єктом дослідження при вирішенні задачі розуміємо приміщення торговельного підприємства S , що використані для демонстрації потенційним покупцям певного асортименту продукції, що реалізовується.

Глобальна система (під глобальною системою розуміємо об'єкт дослідження — торгові площі підприємства):

$$S = \{S_l, l = \overline{1, L}\}, \quad (1)$$

що складається з L підсистем S_l , під якими маються на увазі вітрини (торгове обладнання) в торговельному залі S .

$S_l = \{I_l, J_l, A_l\}$ — підсистема глобальної системи S , що характеризується геометричними (I_l, J_l) та економічними (A_l) параметрами:

— під геометричними характеристиками системи S_l , вітрини торговельного залу, мається на увазі число полиць J_l та число I_l секторів у кожній полиці l -ої вітрини;

— під економічними характеристиками

$$A_l = A\{i, j, k\}, \quad i = \overline{1, I_l}, \quad j = \overline{1, J_l}, \quad k = \overline{1, K_l}, \quad (2)$$

підсистеми S_l мається на увазі матриця інтенсивності продажів k -го товару розташованого в i -му секторі j -ої полиці l -ої вітрини.

I_l — число секторів на кожному стелажі l -ої вітрини.

J_l — число стелажів (полиць) тільки в l -ій вітрині.

Примітка. Елемент a_{ij} матриці інтенсивності A_l вказує очікуване число продажів (за добу) k -го товару, якщо його розмістити в комірці (i, j) l -ої вітрини.

Для формалізації одного з головних допущень заповнення вітрини товаром, що полягає в припущенні, що в будь-якій (i, j) з комірок вітрини може бути розташовано товар тільки одного виду, введемо в розгляд ідентифікаційну матрицю

$$Z_l = \{z_{ijk}^l\}, \quad z_{ijk}^l \in \{0,1\}, \quad (3)$$

кожен елемент якої, може прийняти одне з дискретних значень $\{0,1\}$ залежно від того, чи є в комірці (i, j) товар k -го виду ($z_{ijk}^l = 1$) або він відсутній ($z_{ijk}^l = 0$).

Результатом рішення формульованої задачі оптимального розміщення товару $X = \{X_k\}$, $k = \overline{1, K}$, що складається з K найменш-вань по підсистемах S_l . Унаслідок чого визначається вектор

$$\overline{X}_l = \{X_{ijk}^l\}, \quad i = \overline{1, I_l}, \quad j = \overline{1, J_l}, \quad k = \overline{1, K_l}, \quad (4)$$

компонентами якого служить кількість товару k -го виду, яке необхідно розмістити в комірці (i, j) l -ої вітрини.

Примітка.

$$X_{ijk}^l = x_{ijk}^l \cdot z_{ijk}^l, \quad (5)$$

де x_{ijk}^l — кількість товару, яка може бути розміщена в комірці (i, j) ;

z_{ijk}^l — вказує на необхідність переміщення в комірку (i, j) товару k -го виду.

У результаті розв'язання визначається розподіл товару X по підсистемах S_l і матриця Z_l — якісного розподілу товару по кожній з цих підсистем.

Така задача має оптимізаційну сутність, оскільки число товарного ресурсу X обмежене N_k , а само розподіл товару може здійснюватися різними способами.

Для характеристики переваги вибору того або іншого виду розподілу доцільно ввести в розгляд цільову функцію, що підлягає максимізації:

$$\Pi = \sum_{l=1}^L \left[\sum_{i=1}^{I_l} \left(\sum_{j=1}^{J_l} \left(\sum_{k=1}^{K_l} C_k^l \cdot x_{ijk}^l \cdot z_{ijk}^l \right) \right) \right] \rightarrow \max, \quad (6)$$

що відображає можливу прибутковість від реалізації товару X залежно від його розміщення як по локальних підсистемах S_l , так і всередині цих підсистем.

При розв'язанні вищезгаданої задачі повинні бути враховані наступні обмеження, зв'язані як з обмеженістю самого товару, так і обмеженням розміщення товару певного виду в певну комірку прилавку:

$$1) \sum_{l=1}^L \left(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (x_{ijk}^l \cdot z_{ijk}^l) \right) \leq X_k^+, \quad k = \overline{1, K}, \quad (7)$$

де X_k^+ — загальне число товару k -го виду, яке підлягає розподілу в системі S ;

$$2) \left\{ 0 \leq (x_{ijk}^l \cdot z_{ijk}^l) \leq \min \{ a_{ijk}^l, b_{ijk}^l \} \right\}, \quad (8)$$

де b_{ijk}^l — максимальна місткість k -го товару в комірці (i, j) l -ої прилавку.

Крім того, повинне виконуватися істотне обмеження

$$3) \sum_{k=1}^K z_{ijk}^l = 1, \quad l = \overline{1, L}, \quad Z_{ijk}^l \geq 0, \quad (9)$$

витікаюче з особливостей визначення елементів матриці Z , що підлягає пошуку.

Загальна ідея спрощення знаходження матриці інтенсивності полягає у поділі всіх видів товарів на певні групи — кластери — по деякому критерію і подальше переміщення товарів по стелажках супермаркету проводиться не окремими перестановками товару, а переміщення групи.

Кластерний аналіз стискає дані в класифікацію об'єктів. Якщо дані розуміти як точки в просторі ознак, то задача кластерного аналізу формулюється як виділення «згущувань точок», розбиття сукупності на однорідні підмножини об'єктів.

Отримання матриці інтенсивності продажів A по класичній методиці розрахунку є дуже трудомістким і тривалим процесом. Тому оптимізація обчислення матриці інтенсивності є актуальною задачею, від розв'язання якої безпосередньо залежить ефективність застосування математичної моделі розміщення товару на полиці для торговельного підприємства.

Для вирішення даної задачі було дано деякі рекомендацій.

Разом з цим, нижче представлена додаткова методика оптимізації матриці інтенсивності продажів A , заснована на принципі відповідності товару торговельному обладнанню і правилах мерчендайзингу.

Введемо матрицю B (від «Boolean») значень для кожного товару:

— «ІСТИНА»: товар може знаходитися в даному обладнанні;

— «БРЕХНЯ»: відповідно не може знаходитися через фізичні або логічні причини.

Матриця B повністю відповідає матриці A , тому комірки матриці інтенсивності A , яким відповідає значення «БРЕХНЯ» заповнюються нулями, що цілком очевидно (якщо товар не може зберігатися в цьому місці, то очікувана кількість продажів товару в цьому осередку в добу буде рівна нулю).

Етап 1. Класифікуємо товари, використовуючи ієрархічний кластерний аналіз. Отже, на першому етапі маємо k кластерів — кожен вид товарів утворює окремий кластер.

Етап 2. Використовуючи принципи розташування товарів отримуємо n , $n \leq k$ кластерів. Для спрощення задачі припустимо, що один вид товару потрапляє в один кластер. У результаті цієї диверсифікації групи товарів-подарунків, товарів, розрахованих на імпульсну покупку та товари-«паровози».

Етап 3. Розміщення даних груп товарів по обладнанню, об'єднуємо кластери, які можуть зберігатися в одному обладнанні: отримуємо m , $m \leq n$ товарів, які можуть зберігатися у $l \leq L$ видах обладнання.

Етап 4. Реалізовуючи принцип розділення товарів по групам сумісності, отримуємо нову групу кластерів. На етапі 4 відбувається контроль сумісності товарів.

Етап 5. Остаточний етап: по залах — якщо товари зберігаються в різних видах обладнання, можливо, вони мають спільну цільову групу і призначення. Тому доцільно розмістити їх в одному залі.

Розглянемо деяку групу n_1 . Допустимо, що вона може розміщуватися на стелажах $l_p \dots l_{p+r}$. Тоді спрощення полягає в тому, що ми не переміщаємо деякий вид товару по всьому обладнанню і по всіх комірках, ми переміщаємо групу і по конкретно певному обладнанню. Якщо група поміщена в обладнання l_p за принципом «паровоза», то, здійснюючи перестановки товару по даному стелажу, можна не переміщати найбільш розрекламований і популярний товар по інших комірках, оскільки, очевидно, що первинна позиція цього товару є найвигіднішою як для реалізації самого товару, так і для реалізації групи. Тоді, бракуючі значення в матриці інтенсивності a_{ijk}^l не складають проблему, то цю умову можна замінити максимальною місткістю b_{ijk}^l . Оскільки товар є попу-

лярним, то, очевидно, виконується умова $b'_{ijk} \approx a'_{ijk}$ і така стратегія не створить значну погрішність при максимізації функції.

Особливої актуальності набуває програмна реалізація запропонованої математичної моделі оптимальної асортиментної політики торговельного підприємства у вигляді автоматизованої системи формування асортиментної політики, що дозволить, на підставі наявних статистичних даних, рекомендувати методику розміщення товару.

Згідно з дослідженням, створювану систему доцільно проектувати по модульній структурі, реалізуючи кожне з вирішуваних задач у вигляді окремого блоку-модуля, а саме:

1) Модуль аналізу статистичних даних продажів.

Функції, що реалізуються модулем:

— на підставі початкової інформації (статистичних даних продажів), згідно запропонованій методиці, підготовка статистичного матеріалу для модуля формування матриці A -матриці інтенсивності продажів;

— забезпечення користувача додатковою аналітичною інформацією, що полегшує процес прийняття рішення.

2) Модуль формування і оптимізації матриці інтенсивності продажів.

Функції, що реалізуються модулем:

— на підставі початкової інформації (формується Модулем аналізу статистичних даних продажів), згідно запропонованим методикам, формування матриці A -матриці інтенсивності продажів;

— забезпечення користувача додатковою аналітичною інформацією, що полегшує процес прийняття рішення.

3) Модуль вибору оптимальної асортиментної політики.

Функції, що реалізуються модулем:

— на підставі рішення задачі вибору оптимальної асортиментної політики, з використанням отриманої (скоректованою) матриці інтенсивності продажів, формування результуючої матриці розподілу товару по ефективних торговельних площах.

Висновки та перспективи подальших досліджень. У результаті практичної реалізації розробленої математичної моделі розміщення товару, заснованої на комплексному аналізі статистичних даних об'ємів продажів окремих видів товарів, аналізу торговельного приміщення і дослідження варіацій позиціонування товарів на різних видах торговельного обладнання стає можливим підвищення глобальної ефективності продажів товарів (під

глобальною ефективністю продажів ми розуміємо сумарну ефективність, тобто підвищення загальної виручки від реалізації всієї продукції за певний період часу, хоча, як відомо, по окремих видах товарів ефективність може бути знижена, за рахунок збільшення асортименту товару, що більш продається), за рахунок оптимального розміщення продукції, що реалізовується, на ефективних торговельних площах, виявлення продукції, що малореалізовується (неефективною), як наслідок, зменшення їх частки в закупівлі, зниження витрат пов'язаних з їх зберіганням. Наступним кроком у дослідженні буде розробка та впровадження автоматизованої системи для реалізації запропонованої математичної моделі.

Література

1. *Малыхин В. И.* Математическое моделирование экономики: Учебно-методическое пособие. — М.: Из-во УРАО, 1998. — 160 с.
2. *Лавренюк С. П.* Математичні основи мікроекономіки. Теорія споживання: Текст лекцій. — Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. — 80 с.
3. *Интрилигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория. — М.: Прогресс, 1975. — 246 с.
4. *Ляшенко Т. В.* Побудова математичної моделі розміщення товару у точках роздрібною торгівлі // Інформаційні системи в економіці. — Збірник наукових праць. — К.: Видавництво ПП «ЕКМО». — № 3. — 2011. — С. 47—51.

Стаття надійшла до редакції 20.05.2011 р.

УДК: 004.457

В. М. Гужва, канд. екон. наук, доцент,
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

АГЕНТНО-ОРІЄНТОВАНЕ МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРАВИЛ ТА БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

АНОТАЦІЯ. У статті розглянуто основи агентно-орієнтованого підходу до моделювання бізнес-правил і бізнес-процесів на підприємствах та створення відповідних інформаційних систем управління.

© В. М. Гужва, 2011