

Людмила О. Попова, Тетяна Л. Мітяєва

КЛАСТЕРИЗАЦІЯ РИНКУ ПРОДУКТІВ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ З УРАХУВАННЯМ ЧИННИКА ДИНАМІКИ

У статті розглянуто основні методи сегментації ринку. Розроблено інструмент кластеризації ринку продуктів швидкого приготування з метою аналізу сегментів ринку. Запропоновано архітектуру інформаційної системи динамічного аналізу сегментів ринку, представлено методіку динамічного аналізу кластерної структури ринку з використанням інформаційної системи.

Ключові слова: сегменти ринку; кластеризація ринку; кластерний аналіз; інформаційні системи; динамічні системи; кластер; модель апроксимації.

Форм. 9. Рис. 3. Літ. 16.

Людмила А. Попова, Татьяна Л. Митяева

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ РЫНКА ПРОДУКТОВ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ С УЧЕТОМ ФАКТОРА ДИНАМИКИ

В статье рассмотрены основные методы сегментации рынка. Разработан инструмент кластеризации рынка продуктов быстрого питания с целью анализа сегментов рынка. Предложена архитектура информационной системы динамического анализа сегментов рынка, представлена методика динамического анализа кластерной структуры рынка с использованием информационной системы.

Ключевые слова: сегменты рынка; кластеризация рынка; кластерный анализ; информационные системы; динамические системы; кластер; модель аппроксимации.

Lyudmila O. Popova¹, Tetyana L. Mityaeva²

FAST FOOD MARKET CLUSTERIZATION SUBJECT TO THE FACTOR OF DYNAMICS

The article describes the key methods of market segmentation. Clustering tool for the fast food market is developed in order to analyze the market segments. Information system architecture for the dynamic analysis of market segments along with the methodology for dynamic analysis of market's cluster with the help of this information system is offered.

Keywords: market segments; market clusterization; cluster analysis; information systems; dynamic systems; cluster; approximation model.

Постановка проблеми. Сегментація ринку є однією з найважливіших складових маркетингової діяльності підприємства, що дозволяє визначати характеристики споживачів, обирати маркетингову стратегію охоплення ринку, визначати стратегічні орієнтири при розробці інструментів комплексу маркетингу. Особливо актуальною сегментація є для підприємств, які внаслідок посилення конкуренції реалізують стратегію сфокусованої диференціації і здійснюють свою маркетингову діяльність на високо диференційованих ринках. До таких підприємств у значній мірі відносяться підприємства ринку продуктів швидкого приготування, обсяги продажів яких у 2012 р. знизилися по відношенню до 2008 р. на 6,8% [14]. По деяких номенклатурних групах спостерігався ще більш виражений негативний тренд. Наприклад, обсяги виробництва картопляного пюре в Україні в січні 2012 р. скоротилося по відношенню до січня 2010 р. на 24% [14]. У таких умовах оператори ринку вимушені здійсню-

¹ Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine.

² Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine.

вати детальніший аналіз ринку з метою виявлення й обліку основних характеристик груп споживачів, які можуть розглядатися як привабливі.

Найбільш поширеними методами сегментації ринку є метод угруповань за однією або декількома ознаками і методи багатовимірною статистичного аналізу. Для цілей сегментації також використовуються методи багатовимірної класифікації, коли розподілення відбувається за комплексом аналізованих ознак одночасно. Найбільш ефективними з них є методи автоматичної класифікації, або інакше – кластерного аналізу.

Аналіз останніх публікацій. Питання сегментації ринку як інструменту оперативного та стратегічного планування маркетингової діяльності підприємства розглянуто в працях наступних авторів: Х. Анн [2], Г.Л. Багієв [2], Ф. Котлер [8], Ж.-Ж. Ламбен [10], Т.Д. Маслова [12], А.Н. Романов [11], В.М. Тарасевич [2], В.М. Терещенко [15], В.Е. Хруцький [16] та ін.

Враховуючи, що сегментом ринку є кластер, який включає споживачів, які володіють схожими характеристиками, при проведенні сегментації доцільно використовувати інструменти кластерного аналізу, розглянуті в публікаціях С.А. Айвазяна [1], Е.М. Бравермана [3], А.Г. Івахненко [7], В.С. Мхитаряна [1] та ін.

У той же час використання традиційних інструментів кластерного аналізу дозволяє отримати тільки статичну картину ринку і не дає можливості розробити маркетингову стратегію на тривалий період. Так, з часом сприйняття споживачами продукту і реклами змінюється, як і характеристики самих кластерів, що виділяються, при цьому великий обсяг даних ускладнює аналіз.

У таких умовах для підтримки прийняття маркетингових рішень доцільно використовувати інструменти динамічного кластерного аналізу, запропоновані в працях В.В. Гимарова [4], А.А. Дорофеюка [6], В.В. Круглова [9], А.Л. Чернявського [6].

Аналіз даних робіт показує, що використання інструментів динамічного кластерного аналізу для вирішення завдання сегментації ринків, що динамічно змінюються, в умовах нерегулярності отримання результатів маркетингових досліджень припускає ряд модифікацій, який дозволив би оцінювати зміну в часі ємності і стійкості сегментів, прогнозувати появу нових і тенденції зміни існуючих сегментів, а також застосовувати дані інструменти для побудови систем підтримки прийняття рішень (СППР) у стратегічному управлінні маркетинговою діяльністю підприємств, зокрема ринку продуктів швидкого приготування. Відзначимо також, що при застосуванні моделей апроксимацій аналізу економетричних рядів для прогнозування стану кластерної структури ринку необхідно враховувати нерегулярність надходження інформації і нелінійний характер залежності зміни в часі центрів та інших характеристик кластерів від зовнішніх чинників.

Сказане визначає актуальність наукового завдання розробки аналітичних та програмних інструментів сегментації ринку продуктів швидкого приготування на динамічній основі, що дозволяють прогнозувати зміну характеристик сегментів даного ринку, а також структури кластерного поля в цілому, що має істотне значення для розвитку математичного та маркетингового апарату аналізу економічних систем.

Мета дослідження – розробка інструментів кластеризації ринку продуктів швидкого приготування (ПШП) для аналізу сегментів ринку і прогнозування їх характеристик з використанням методичного апарату динамічної кластеризації і побудови моделей апроксимацій в умовах нерегулярності надходження інформації, а також архітектури і методики застосування інформаційної системи, що реалізує розроблені аналітичні інструменти.

Основні результати дослідження. Структурна модель процедури сегментації ринку продуктів швидкого приготування припускає комплексне використання інструментів динамічної кластеризації та аналіз апроксимації характеристик виділених сегментів (рис. 1).

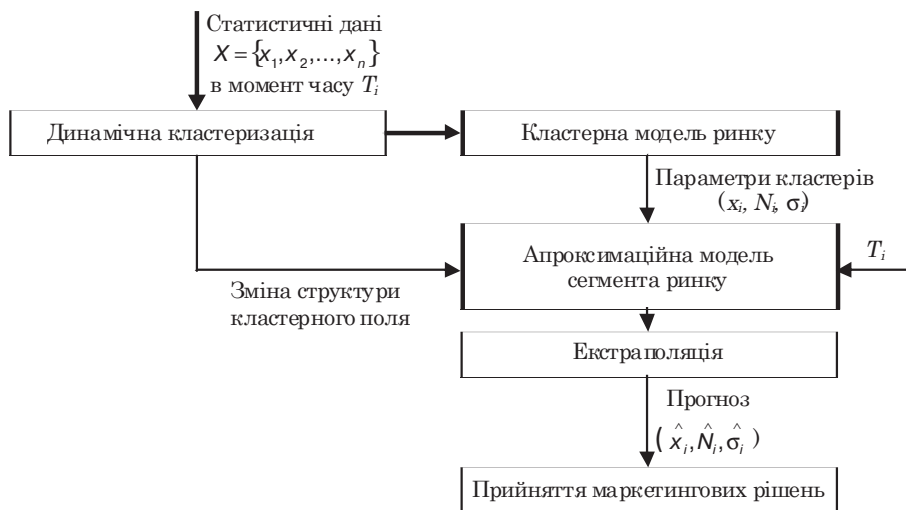


Рис. 1. Структурна модель процедури динамічної сегментації ринку ПШП, авторська розробка

Структурна модель включає наступні компоненти:

1. *Процедура динамічної кластеризації.* Здійснює кластеризацію n початкових спостережень, отриманих в деякий момент часу T_i . Для цього використовується алгоритм кластеризації з невідомим числом кластерів, який здійснює розбиття початкової безлічі спостережень на декілька підмножин. В результаті формується статична кластерна модель ринку для різних тимчасових інтервалів.

2. *Кластерна модель ринку.* Описує отримані сегменти ринку. Кластерна модель ринку характеризується набором статичних показників, які можуть бути використані для ухвалення маркетингових рішень:

- *Центр кластера* ($z(i)$) відображає портрет типового споживача даного сегменту ринку.

- *Кількість об'єктів в кластері* (N_i) відображає ємність сегменту ринку, відповідну даному кластеру.

- *Інтервал значень* σ_i досліджуваної характеристики x_k (наприклад, віку споживачів, доходу тощо) для кластера i .

Дані параметри характеризують кожен конкретний кластер, що дозволяє розглядати динаміку сегменту, прогнозуючи обмежений набір змінних.

3. *Прогностична модель апроксимації*. На підставі аналізу параметрів кластерної моделі ринку модель описує поведінку сегментів у динаміці та будується для кожного прогнозованого параметра сегменту ринку. Крім того, при побудові даної моделі відстежуються зміни в структурі ринку – поява нових і злиття існуючих сегментів, що виступає свого роду порогом для початку побудови нових моделей.

4. *Процедура екстраполяції*. На підставі побудованої моделі апроксимації визначаються прогнозовані значення параметрів моделі сегменту ринку – $c^{(j)}$ \hat{N}_j .

5. *За наслідками реалізації даної процедури здійснюється ухвалення маркетингових рішень щодо охоплення ринку і роботи на цільових сегментах*.

Розглянемо докладніше описані компоненти вказаної структурної моделі.

Формально завдання кластеризації може бути визначене таким чином. Нехай на початку деякого інтервалу часу T спостерігається $X = \{x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(M)}\}$ – безліч векторів в n -мерному просторі, що описують об'єкти кластеризації (споживачів), де n – число характеристик, за якими здійснюється сегментація; $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ – безліч виділених кластерів; $\rho(a, b)$ – функція відстані між векторами a і b (використовуються відомі метрики). При цьому вектору $x_i \in X$ ставиться у відповідність кластер y_j , до центру якого відстань (при використанні обраної метрики) мінімальна:

$$\forall x^{(i)} \rightarrow y_j : \sum_{j=1}^N \sum_{x^{(k)} \in y_j} \rho(c^{(j)}, x^{(k)}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де вектор $c^{(j)}$ – центр j -го кластера в n -мірному просторі; при цьому зазвичай $y_1 \cap y_2 \cap \dots \cap y_N = \emptyset$.

Через деякі інтервали T проводиться перевірка стабільності структури кластерів, і, за необхідності, тобто за наявності динамічних змін, її корекція. З метою виключення впливу неактуальних спостережень моніторинг організовується за принципом тимчасового вікна, тобто при аналізі кластерної структури враховуються тільки об'єкти, зафіксовані в передостанньому маркетинговому дослідженні.

На практиці при здійсненні кластерного аналізу ринку число сегментів априорі точно невідоме, тому необхідно використовувати критерій оцінки результативності розбиття всього масиву споживачів на сегменти. З одного боку, цей критерій повинен задовольняти умову мінімуму функції (1), а з іншого – повинен враховувати викладені вище вимоги до сегментів ринку.

Як базовий критерій оцінки якості розбиття вибірки споживачів, отриманої в ході маркетингового дослідження, на кластери можна використовувати відомий критерій Дейвіса-Болдуїна (DBI). DBI розраховується для кожного кластера як відношення щільності векторів всередині кластера до відстані між кластерами і показує ступінь перекриття кластерів:

$$R_{j,k} = \frac{MAE_j + MAE_k}{\rho(c_j, c_k)}, \quad (2)$$

де вектори c_j, c_k – центри j -го і k -го кластерів відповідно.

Показник MAE_j для j -го кластера розраховується як:

$$MAE_j = \frac{1}{N_j} \sum_i \rho(x_i, c_j), \quad (3)$$

де N_j – кількість об'єктів в j -ому кластері.

З формули (3) очевидно, що MAE_j є деяким радіусом усередненої гіперсфери щодо центру кластера, що охоплює кластер. З формули (2) видно, що чим більше ця гіперсфера для деякого кластера та чим ближче вона до гіперсфер, відповідних іншим кластерам, тим вище вірогідність, що кластери зіллються. Проте дана умова справедлива для кластера будь-якого розміру, що йде в розріз з вимогою до ємності сегменту. Тому запропоновано додати у формулу (3) для розрахунку значення MAE_j нечітку змінну, яка характеризує ємність кластера:

$$MAE_j = \frac{1 + \alpha \times \mu_{small}(N_j)}{N_j} \sum_i \rho(x_i, c_j) \quad (4)$$

де α – ваговий коефіцієнт, який визначається експертом; $\mu_{small}(N_j)$ – функції приналежності до термінів нечіткого поняття «ємність ринку».

Введення додаткового параметра призводить до збільшення значення критерію MAE_j для невеликих кластерів, що дозволяє об'єднувати великі сегменти з тими малими, що знаходяться від них в безпосередній близькості. Такий підхід дозволяє орієнтувати маркетингову діяльність організації тільки на достатньо ємні, великі сегменти.

У результаті, інтегральний показник DBI для M кластерів розраховується як:

$$DBI = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \max_{j \neq k} R_{j,k}. \quad (5)$$

Даний інтегральний показник визначається для різних конфігурацій, отриманих при варіації значень числа кластерів M , і обирається значення M^* , відповідне мінімальному значенню показника DBI . Кластеризацію за певного числа кластерів M запропоновано здійснювати з використанням відомого алгоритму *c-means*. На рис. 2 представлено блок-схему алгоритму динамічної кластеризації споживачів.

Для здійснення прогнозування динаміки сегменту ринку запропоновано використовувати апроксимаційні методи. Як правило, статистичні дані для формування моделі спостерігаються в нерегулярні моменти часу t_i , що робить неможливим використання моделей апроксимації, заснованих на побудові традиційної локальної лінійної авторегресії. У зв'язку з цим запропоновано доповнювати безліч змінних для побудови моделі апроксимації значеннями тимчасових інтервалів T_i , через які поступають результати маркетингових досліджень ринку.

Тоді прогнозоване значення сегменту ринку визначається таким чином:

$$\hat{x}_{k+1} = \hat{c}_0 + \hat{c}_1 T_k + \hat{c}_2 T_{k-1} + \dots + \hat{c}_{n+1} T_{k-n} + \hat{c}_{n+2} X_k + \hat{c}_{n+3} X_{k-1} + \dots + \hat{c}_{2n+2} X_{k-n}, \quad (6)$$

де $c_0, c_1, \dots, c_{2n+2}$ – коефіцієнти моделі, які можна знайти з використанням методу « M найближчих вузлів», тобто з використанням даних M найближчих в

сенсі відстані приведених наборів значень (число M вважається заданим), на базі стандартної процедури методу найменших квадратів.

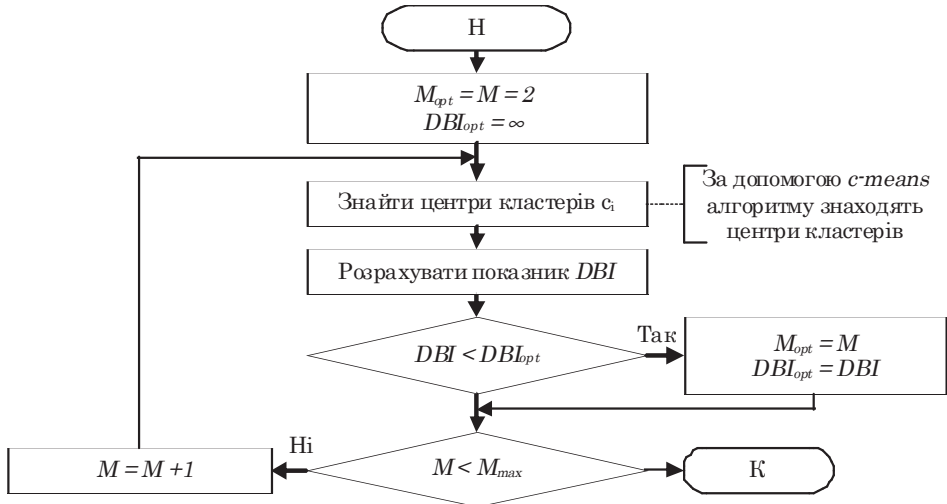


Рис. 2. Блок-схема алгоритму динамічної сегментації ринку, авторська розробка

Введемо позначення: $\hat{c}^T = (\hat{c}_0, \hat{c}_1, \dots, \hat{c}_{2n+2})$ – вектор коефіцієнтів моделі
 (б) $x_i^T = (x_{k-n}^{(i)}, x_{k-(n-1)}^{(i)}, \dots, x_{k-1}^{(i)}, x_k^{(i)}, T_{k-n}^{(i)}, T_{k-(n-1)}^{(i)}, \dots, T_{k-1}^{(i)}, T_k^{(i)})$ – вектор, відповідний одному з « M найближчих вузлів», $i = 1, 2, \dots, M$; $y^T = (x_{k+1}^{(1)}, x_{k+1}^{(2)}, \dots, x_{k+1}^{(M)})$; $x_k^T = (x_{k-n}, x_{k-(n-1)}, \dots, x_{k-1}, x_k, T_{k-n}, T_{k-(n-1)}, \dots, T_{k-1}, T_k)$ – вектор, відповідний поточному значенню прогнозованої характеристики сегменту, що змінюється.

У цьому випадку коефіцієнти локальної авторегресійної моделі визначаються за формулою:

$$\hat{c} = (F^T \times F)^{-1} \times F^T \times y, \tag{7}$$

де

$$x_{k+1}^{\wedge} = x_k^T \times (F^T \times F)^{-1} \times F^T \times y; \tag{8}$$

$$F = \begin{bmatrix} 1 & x_1^T \\ 1 & x_2^T \\ \dots & \dots \\ 1 & x_M^T \end{bmatrix}. \tag{9}$$

Відповідно, пропонується процедура побудови моделі апроксимації характеристик сегменту ринку.

Результати практичної реалізації запропонованих математичних моделей і алгоритмів динамічного аналізу сегментів ринку ПШП дозволили запропонувати архітектуру інформаційної системи динамічного аналізу сегментів ринку, що реалізує розроблені моделі апроксимації і алгоритми кластеризації. Представлено методіку динамічного аналізу кластерної структури ринку з використанням інформаційної системи, а також результати застосування розробленої інформаційної системи для аналізу ринку Харківської області. Архі-

тектуру інформаційної системи динамічної сегментації ринку наведено на рис. 3.

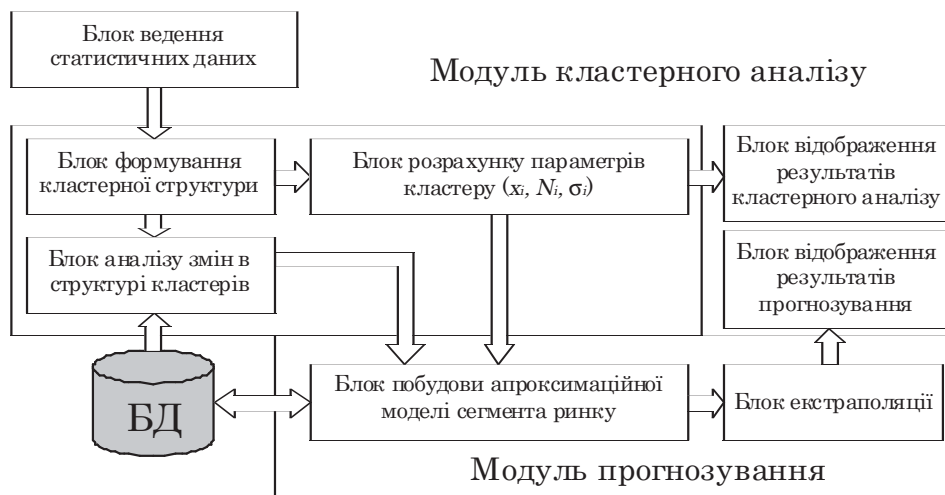


Рис. 3. Архітектура інформаційної системи динамічного аналізу сегментів ринку, авторська розробка

Розроблена інформаційна система побудована за структурним принципом і реалізована у середовищі Matlab R2013a.

Інформаційна система складається з наступних модулів і блоків:

1. *Блок введення статистичних даних*, отриманих в результаті опитування споживачів. Даний програмний блок надає користувачеві інтерфейс введення первинних відомостей, необхідних для формування кластерної моделі ринку за допомогою класифікації споживачів.

2. *Модуль кластерного аналізу* здійснює статистичну обробку представленої вибірки спостережень, в результаті якої виділяється безліч кластерів. Модуль включає декілька блоків:

а) *Блок формування кластерної структури* здійснює розбиття початкової вибірки спостережень на кластери з використанням запропонованого алгоритму кластеризації;

б) *Блок розрахунку параметрів кластера* здійснює розрахунок таких параметрів, як центр кластера, ємність кластера, інтервали значень для кожної характеристики;

в) *Блок аналізу змін в структурі кластерів* проводить моніторинг кластерного поля, і на підставі порівняння поточного стану з попереднім робить висновок про зміну в структурі кластерів: появу нових або злиття старих кластерів.

3. *Блок відображення даних кластерного аналізу* проводить графічну інтерпретацію отриманих в результаті процедури кластеризації даних, будує кластерне поле, відображає параметри для кожного кластера.

4. *Модуль прогнозування* здійснює побудову моделі апроксимації сегменту ринку в тимчасових вікнах змінної довжини, а також набуття екстрапольованих значень для кожної прогнозованої характеристики з використанням роз-

роблених в роботі алгоритмів та процедур. Включає блоки: побудови моделі апроксимації сегменту ринку та екстраполяції.

5. Блок відображення результатів прогнозування виводить результати екстраполяції, а також попередні значення характеристик кластерів у вигляді графіка, що дозволяє експертові наочно оцінити результати прогнозування.

Зберігання моделей організовано за допомогою використання структурного коду в середовищі Matlab.

Відповідно до наведеної на рис. 3 архітектури інформаційної системи динамічного аналізу сегментів ринку, а також враховуючи опис процесу динамічного кластерного аналізу, можна виділити наступні послідовні процедури в роботі з інформаційною системою:

Крок 1. Збір статистичних даних по ринку за деякий звітний період T_i . Таким періодом може бути місяць, квартал, півріччя тощо.

Крок 2. На підставі статистичних даних здійснюється розбиття n -мірного простору характеристик споживачів на окремі кластери з використанням розробленого алгоритму динамічної кластеризації з невідомим числом кластерів.

Крок 3. Виділяються параметри кожного кластера: центр кластера, ємність кластера, межі значень окремих характеристик ринку.

Крок 4. Модель апроксимації кожного сегменту ринку доповнюється даними за період T_i . У випадку, якщо утворився новий кластер, ініціюється процес накопичення даних для моделі апроксимації нового кластера, а також перебудовується нова модель для кластера, від якого відокремився новий сегмент.

Крок 5. На підставі моделі апроксимації з використанням розроблених процедур будується прогноз на період $T_i + 1$. Перехід до кроку 1.

Висновки. Запропоновані інструменти динамічної сегментації ринку, а також реалізація їх інформаційних систем підтримки прийняття рішень було використано в ВАТ «Техноком» (м. Харків), що дозволило визначити перспективні сегменти реалізації маркетингової стратегії та підвищити ефективність маркетингової діяльності організації.

1. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 1000 с.

2. Багиев Г.Л., Тарасевич В.М., Анн Х. Маркетинг: Учебник для вузов. — 3-е изд. — СПб.: Питер, 2005. — 560 с.

3. Браверман Э.М. Математические модели планирования и управления в экономических системах / Под ред. С.В. Емельянова. — М.: Наука, Гл. ред. Физико-мат. лит, 1996. — 366 с.

4. Гимаров В.А., Дли М.И., Гимаров В.В. Применение адаптивных систем нечеткого логического вывода при решении экономических задач // Современные информационные технологии в медицине и экологии: Сборник трудов межд. конф. — М.: Физматлит, 2003. — С. 30–34.

5. Дли М.И., Храименков М.М. Динамическая сегментация нестационарных рынков: Монография. — Смоленск: Смоленская городская типография, 2010. — 146 с.

6. Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л. Алгоритмы построения хорошо интерпретируемых классификаций // Проблемы управления. — 2007. — №2. — С. 83–84.

7. Ивахненко А.Г., Зайченко Ю.П., Димитров В.Д. Принятие решений на основе самоорганизации. — М.: Сов. радио, 1976. — 280 с.

8. Котлер Ф. Маркетинг: Краткий курс. — М.: Вильямс, 2007. — 656 с.

9. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечеткой логики и нечеткого вывода. — М.: Физматлит, 2002. — 252 с.

10. *Ламбен Ж.-Ж.* Стратегический маркетинг. Европейская перспектива. – СПб.: Наука, 1996. – 589 с.
11. Маркетинг: Учебник / А.Н. Романов, Ю.Ю. Корлюгов и др.; Под ред. А.Н. Романова. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1996. – 560 с.
12. *Маслова Т.Д., Божук С.Г., Ковалик Л.Н.* Маркетинг: Учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2008. – 384 с.
13. Моделирование экономической динамики / Т.С. Клебанова, Н.А. Дубровина, О.Ю. Полякова и др. – 2-е изд., стереотип. – Х.: ИНЖЕК, 2005. – 244 с.
14. Статистика // www.ukrstat.gov.ua.
15. *Терещенко В.М.* Маркетинг-терапия. – СПб.: Питер, 2004. – 288 с.
16. *Хруцкий В.Е., Корнеева И.В.* Современный маркетинг. – Доп. изд. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 560 с.

Стаття надійшла до редакції 20.02.2014.