

УДК 339.16

Л.А. ГОНЧАР, кандидат економічних наук,
доцент Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля

В.Г. М'ЯЧИН, кандидат технічних наук,
доцент Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля

НЕЧІТКО-ЛОГІЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ АСОРТИМЕНТУ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Розглядається можливість поєднання методів ABC- та XYZ-аналізу для дослідження процесу оптимізації асортименту торговельного підприємства. Запропоновано концептуально новий підхід до означеного процесу з використанням алгоритму нечіткого логічного висновку, що дозволяє більш точно сформулювати асортиментний портфель на підставі ранжування асортименту, урахування впливу додаткових факторів на прийняття управлінських рішень щодо його оптимізації.

Ключові слова: асортимент, оптимізація, методи ABC- та XYZ-аналізу, нечітка логіка, функція приналежності, алгоритм Мамдані.

Вступ. Поява категорійного менеджменту пов'язана з виділенням основної одиниці управління асортиментом – категорії, що об'єднує товар не за принципом виробництва, а за його загальними споживними властивостями. Цей новий підхід до управління асортиментом як одним цілим та орієнтація закупівельної діяльності на споживача, а не на постачальника дозволяє підвищити якість обслуговування, конкурентоспроможність і прибутковість торговельного підприємства. В цьому сенсі важливою є оптимізація асортиментного портфеля за допомогою сучасного інструментарію управління асортиментом. Найбільш розповсюдженим методом є метод ABC-аналізу, теоретичні основи якого було розроблено італійським економістом Вільфредо Парето. Застосування методу щодо оптимізації асортименту товарів на підприємствах роздрібної торгівлі розглядалися в працях Є.А. Бузукової, А.М. Виноградської, Ж.Ж. Ламбена, В.А. Павлової, С.В. Сисоевої [1–8] та ін. Проте не всі аспекти цього питання досліджено ґрунтовно, зокрема важливим вбачається залучення

апарату нечіткої логіки при проведенні ABC-аналізу, та проведення оптимізації асортименту товарів нечітко-логічними методами.

Метою роботи є обґрунтування можливості використання сучасних інструментів аналізу для кількісної інтегральної оцінки асортименту із залученням ABC- і XYZ-методів та побудова нечітко-логічної моделі структурування асортименту торговельного підприємства.

Виклад основного матеріалу. Оптимізація асортименту тісно пов'язана з його аналізом. Класичним інструментарієм для аналізу товарного асортименту є ABC-, XYZ-методи, а також поєднаний ABC- і XYZ-метод. Вказані методи значно випереджають такі види аналізу, як дослідження обігу товарних запасів, прогнозування попиту за статистичною інформацією, визначення рівня страхового запасу тощо.

У стандартному ABC-методі виокремлення товарних груп проводиться за правилом Парето, в якому стверджується, що 80% значень якісного критерію визначається 20% від кількості об-

раної сукупності номенклатури товарів. Ті позиції, що мають до 80% зростаючого підсумку критерію, відносять до групи А, до групи В включають позиції, що мають від 80% до 90% зростаючого підсумку. Решта номенклатурних позицій належить до групи С. Саме на такому виділенні найбільш значущих категорій товару базується можливість оптимізації товарного асортименту [1–3].

Метод XYZ зазвичай використовується як доповнення до класифікації товарної номенклатури за методом ABC.

У загальновідомому варіанті методу XYZ показником, що описує стабільність продажів товару, є коефіцієнт варіації V , що являє собою відношення значення середньоквадратичного відхилення рядка значень до середньоарифметичного значення:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}, \quad (1)$$

де V – коефіцієнт варіації;

σ – середньоквадратичне відхилення;

\bar{x} – середньоарифметичне значення.

Використання методу XYZ ґрунтується на досвіді особи, що проводить поділ номенклатурних позицій на групи. Оскільки «особистий досвід» – це по-

няття, що має досить вільне тлумачення, в поділі на групи X, Y та Z мають бути, на наш погляд, використані основні положення нечіткої логіки.

Використання поєднаного методу ABC- і XYZ-аналізу дозволяє збільшити частку високоприбуткових товарів, підвищити ефективність системи управління товарною номенклатурою та виявити основні фактори, що впливають на складську логістику [4].

Фрагмент результатів поєднаного ABC- і XYZ-аналізу для торговельного підприємства наведено у табл. 1.

Згідно з поєднаним ABC- і XYZ-аналізом асортименту м'ясної гастрономії у досліджуваному торговельному підприємстві (табл. 1) нами побудовано матрицю за двома критеріями – часткою товарної категорії м'ясної гастрономії у товарообороті (ABC) та стабільністю її продажів (XYZ), що відображено на рис. 1.

Для характеристики інтегрального показника «частка продажів – стабільність продажів», окрім лінгвістичного опису, слід визначити числове значення, тобто розрахувати кількісні показники вагомості для полів матриці ABC-XYZ.

Таблиця 1

Поєднаний ABC- і XYZ-аналіз асортименту м'ясної гастрономії за товарооборотом і стабільністю продажів у супермаркеті за 2013 р.

| Товарна категорія | Товарооборот категорії, грн | Частка в товарообороті за ABC-аналізом, % | Коефіцієнт варіації за XYZ-аналізом, % | Група за поєднаним аналізом |
|---------------------------------|-----------------------------|---|--|-----------------------------|
| Усього | 5594291,25 | 100 | | |
| М'ясні копченості в пакуванні | 1152952,64 | 20,61 | 28,63 | AY |
| Варені ковбаси | 1111793,46 | 19,87 | 29,88 | AY |
| Сосиски в пакуванні | 731012,39 | 13,07 | 34,56 | AZ |
| Сардельки в пакуванні | 586875,46 | 10,49 | 11,02 | AY |
| М'ясні копченості без пакування | 375922,46 | 6,72 | 15,6 | BY |
| Сирокопчені ковбаси | 375755,06 | 6,71 | 17,42 | BY |
| Варено-копчені ковбаси | 354672,25 | 6,34 | 16,33 | BY |
| Напівкопчені ковбаси | 287609,80 | 5,14 | 37,97 | CZ |
| Сосиски без пакування | 226165,83 | 4,04 | 20,07 | CY |
| Сардельки без пакування | 206826,73 | 3,7 | 19,87 | CY |
| Сиров'ялені ковбаси | 77647,83 | 1,39 | 40,98 | CZ |
| Запечені ковбаси | 58535,98 | 1,04 | 17,27 | CY |
| Кров'яні ковбаси | 32189,21 | 0,58 | 23,93 | CY |
| Ліверні ковбаси | 16332,14 | 0,29 | 21,97 | CY |

| | | | |
|---|-----------------------|--|---|
| Частка товарної категорії у товарообороті | AX Немає | AУ Сардельки в пакуванні, м'ясні копченості в пакуванні, варені ковбаси | AZ Сосиски в пакуванні |
| | BX Немає | ВУ М'ясні копченості без пакування, Варено-копчені ковбаси, сирокопчені ковбаси | BZ Немає |
| | CX Немає | СУ Запечені ковбаси, сардельки без пакування, сосиски без пакування, ліверні ковбаси, кров'яні ковбаси | CZ Напівкопчені ковбаси, сиров'ялені ковбаси |
| | Стабільність продажів | | |

Рис. 1. Матриця об'єднаного аналізу асортименту досліджуваного торговельного підприємства

Базові показники вагомості полів β_j доцільно в нашому випадку визначати за шкалою Фішберна. Групи показників ранжуються фахівцями за принципом Фішберна в порядку зменшення вагомості, яку для кожного j -го показника розраховують за формулою:

$$\beta_j = \frac{2 \cdot (m - j + 1)}{m \cdot (m + 1)}. \quad (2)$$

Оцінка показників тільки за їх ієрархією, що становить принцип Фішберна (2), відповідає максимуму ентропії інформаційної невизначеності щодо об'єкта дослідження.

На думку більшості дослідників [1–8], у порядку спадання вагомості поля матриці ABC-XYZ можна розташувати таким чином: AX, AУ, BX, ВУ, AZ, BZ, CX, СУ та CZ. За нашими підрахунками, за формулою Фішберна цим полям відповідають коефіцієнти вагомості 0,200, 0,178, 0,156, 0,133, 0,111, 0,089, 0,067, 0,044, 0,022.

Візуалізацію розрахунків коефіцієнтів вагомості за формулою Фішберна наведено на рис. 2.

Основним недоліком кількісної оцінки асортиментного портфеля за формулою Фішберна є те, що кожна товарна позиція (де їх кількість може коливатися від десятків до десятків тисяч) описується лише дев'ятьма числами.

З метою отримання більш диференційованих оцінок дослідження критерію «частка продажів – стабільність продажів» як інтегрального показника при аналізі асортименту є доцільним застосувати FIS-структуру нечіткого висновку (системи нечіткого висновку), яка є базовим поняттям модуля нечіткої логіки *Fuzzy Logic Toolbox* пакета *MatLab* [9–12]. Інтегрований критерій «частка продажів – стабільність продажів» (розрахований на підставі даних для аналізу ABC-XYZ) розглядається як сукупність критерію «частка товарної категорії у товарообороті» (ABC) та критерію «стабільність продажів» (XYZ).

Критерій «частка товарної категорії в товарообороті» (ABC) оцінено за 100-бальною шкалою: 0–70 балів (%) – висока частка у товарообороті, за нако-

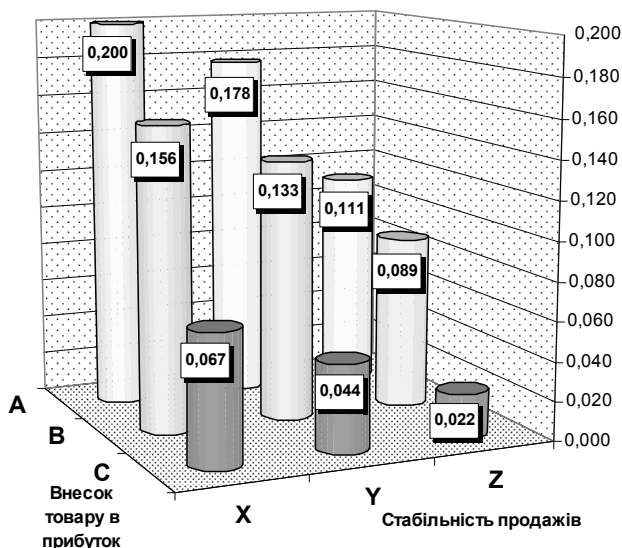


Рис. 2. Кількісна оцінка структурних складових асортименту за допомогою правила Фішберна

пичувальним підсумком, (A); 70–90 балів (%) – середня частка у товарообороті (B); 90–100 балів (%) – низька частка у товарообороті (C).

Критерій «стабільність продажів» (XYZ) оцінено за 100-бальною шкалою: 0–10 балів (%) – незначне коливання продажів (X); 10–30 балів (%) – середнє коливання продажів (Y); 30–100 балів (%) – суттєві коливання продажів (Z).

Важливим питанням для реалізації запропонованої моделі став вибір функції приналежності. Було використано функції приналежності, що складаються із прямолінійних ділянок.

Суттєвою перевагою таких функцій є те, що для їх визначення достатньо не-

значного, порівняно з іншими функціями, обсягу інформації. Крім того, означені функції характеризуються простотою модифікації параметрів [13].

Для розрахунків введемо такі вихідні дані:

x_1 – перша вхідна змінна «частка товарної категорії у товарообігу». Її термножину, тобто множину значень, позначимо як $T_1 = \{\text{«висока» (A), «середня» (B), «низька» (C)}\}$ або в символічному вигляді $T_1 = \{X_{1,1}, X_{1,2}, X_{1,3}\}$ з функціями приналежності термів (рис. 3);

x_2 – друга вхідна змінна «стабільність продажів». Як її термножина буде використовуватися аналогічна множина $T_2 = \{\text{«низька» (Z), «середня» (Y), «ви-$

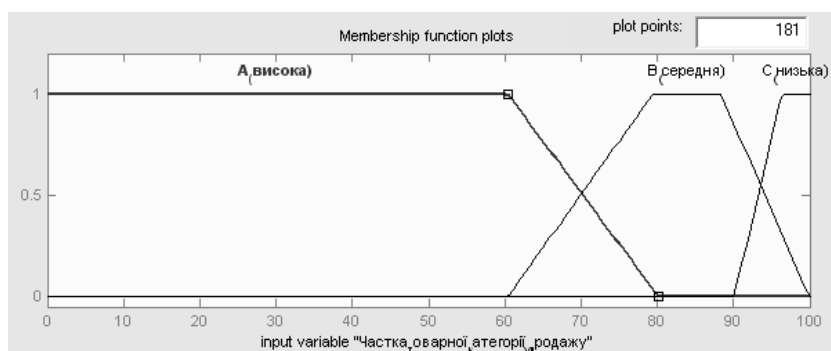


Рис. 3. Графік функції приналежності для вхідної лінгвістичної змінної «частка товарної категорії у товарообороті»

сока» (X)} = $\{X_{2,1}, X_{2,2}, X_{2,3}\}$ з функціями приналежності термів (рис. 4). Для вхідних змінних X_1 та X_2 використано подібні до трапецій функції приналежності;

y – «частка продажів – стабільність продажів» товарної групи (вихідна змінна). Для характеристики цієї величини, окрім лінгвістичного опису, їй необхідно надати числового значення, тобто розрахувати показники вагомості для полів матриці ABC-XYZ.

Як терм-множина вихідної змінної буде використовуватися множина $T_3 = \{\langle AX \rangle, \langle AY \rangle, \langle BX \rangle, \langle BY \rangle, \langle AZ \rangle, \langle BZ \rangle, \langle CX \rangle, \langle CY \rangle, \langle CZ \rangle\}$ або в символічному вигляді $T_3 = \{Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9\}$.

Наведеної інформації достатньо для проектування нечіткої експертної системи. Така система буде мати два входи (умовна назва «частка товарної категорії у товарообороті» і «стабільність продажів»), один вихід («частка продажів – стабільність продажів»), дев'ять правил типу «якщо..., то» (відповідно до дев'ятьох логічних висловлювань) і дев'ять значень для центрів функції виходу.

Наступним етапом побудови нечіткої моделі є побудова бази правил. База правил містить логічні правила, які задають відповідне місце в системі причинно-наслідкових відношень між нечіткими значеннями її вхідних та вихідних величин. У нашому розрахунку маємо дев'ять таких правил:

R1 : IF x_1 IS $X_{1,1}$ AND x_2 IS $X_{2,1}$ THEN y IS Y_1 ,

R2 : IF x_1 IS $X_{1,1}$ AND x_2 IS $X_{2,2}$ THEN y IS Y_2 ,

R3 : IF x_1 IS $X_{1,2}$ AND x_2 IS $X_{2,1}$ THEN y IS Y_3 ,

R4 : IF x_1 IS $X_{1,2}$ AND x_2 IS $X_{2,2}$ THEN y IS Y_4 ,

R5 : IF x_1 IS $X_{1,1}$ AND x_2 IS $X_{2,3}$ THEN y IS Y_5 ,

R6 : IF x_1 IS $X_{1,2}$ AND x_2 IS $X_{2,3}$ THEN y IS Y_6 ,

R7 : IF x_1 IS $X_{1,3}$ AND x_2 IS $X_{2,1}$ THEN y IS Y_7 ,

R8 : IF x_1 IS $X_{1,3}$ AND x_2 IS $X_{2,2}$ THEN y IS Y_8 ,

R9 : IF x_1 IS $X_{1,3}$ AND x_2 IS $X_{2,3}$ THEN y IS Y_9 .

Використовуючи алгоритм висновку Мамдані, побудуємо систему правил логічного висновку у своїх консеквентах, які містять нечіткі значення (функції приналежності). Функції приналежності термів зображено на рис. 4.

Нечітке моделювання в середовищі *MatLab* здійснювалося з використанням пакета розширення *Fuzzy Logic Toolbox* [13].

Оцінку інноваційного критерію «частка продажів – стабільність продажів» за нечітким висновком Мамдані за допомогою агрегування нечітких правил при двох вхідних змінних x_1, x_2 наведено на рис. 5 (логічний добуток (оператор *min*), агрегування імплікацій, що стосуються правил, проводиться з використанням логічної суми (оператор *max*).

Якщо ми, для прикладу, введемо вхідні дані (частка товарної категорії у продажу дорівнює 20,6%, коефіцієнт варіації дорівнює 28,6%) із табл. 2 для групи товарів «М'ясні копченості в пакуванні» з метою розрахунку в запропоновану модель, то отримаємо значення критерію «частка продажів – стабільність продажів» у 0,138 (з максимальних 0,200), що відображено на рис. 6.

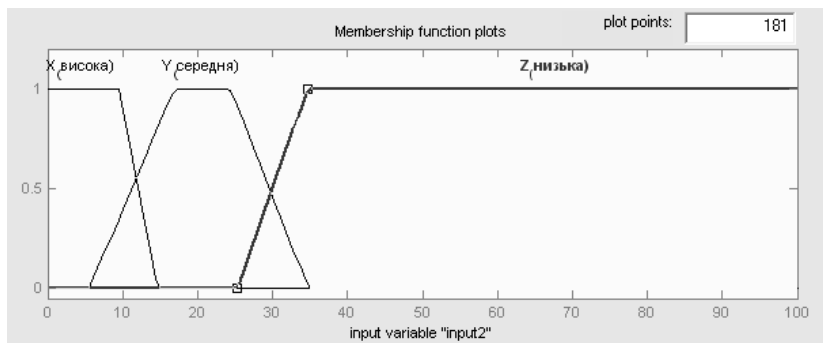


Рис. 4. Графік функції приналежності для вхідної лінгвістичної змінної «частка продажів – стабільність продажів»

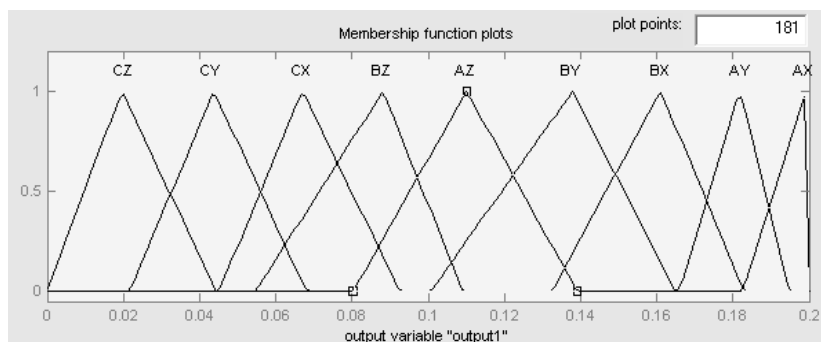


Рис. 5. Графіки функцій приналежності для термів вихідної лінгвістичної змінної в моделі Мамдані

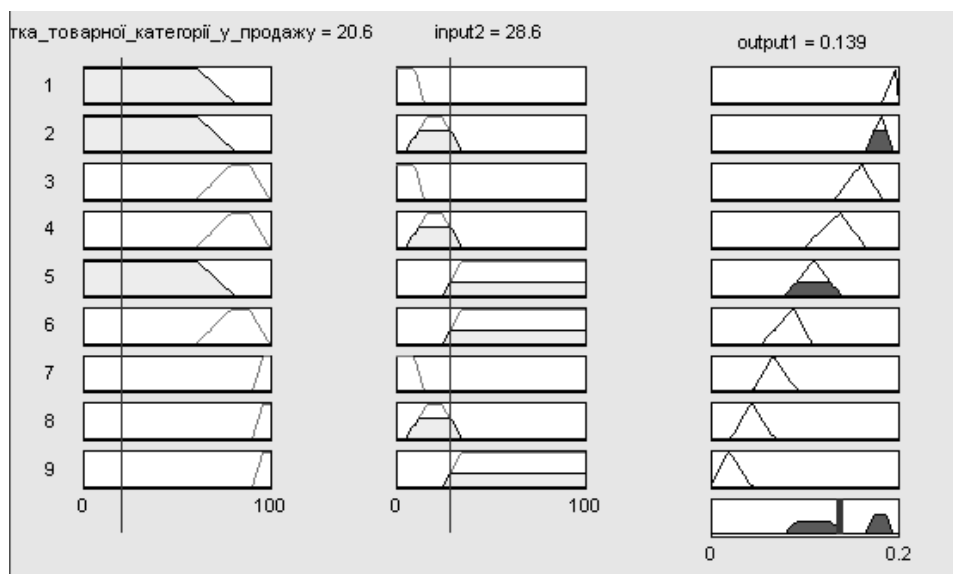


Рис. 6. Реалізація нечіткого висновку Мамдані в пакеті *MatLab* для оцінки критерію «частка продажів – стабільність продажів»

Таким чином, при аналізі асортименту ми отримуємо новий інтегрований критерій, який можна подавати у кількісному вигляді.

З урахуванням того, що кожне правило моделі Мамдані має певний ступінь виконання, зроблені обчислення дозволяють при декількох елементах області визначення з максимальним значенням ступеня приналежності обрати усереднене значення максимумів («mean of maxima», MOM):

$$y^* = \sum_{m=1}^M \frac{y_m}{M}. \quad (3)$$

Побудована модель нечіткого висновку дозволяє, задаючи значення за ре-

зультатами ABC-аналізу та XYZ-аналізу, оцінювати рівень кількісного критерію «частка продажів – стабільність продажів». Підтвердженням залежності вихідної змінної («частка продажів – стабільність продажів») і вхідних змінних є множина його значень у вигляді поверхні відгуку, побудованої за допомогою *Surface Viewer* (рис. 7).

Таким чином, можна зробити висновок, що для оцінки критерію «частка продажів – стабільність продажів» найбільш точним і тому більш ефективним є метод теорії нечітких множин порівняно з лінійними моделями.

Висновки. Таким чином можна зробити висновок, що об'єднаний ана-

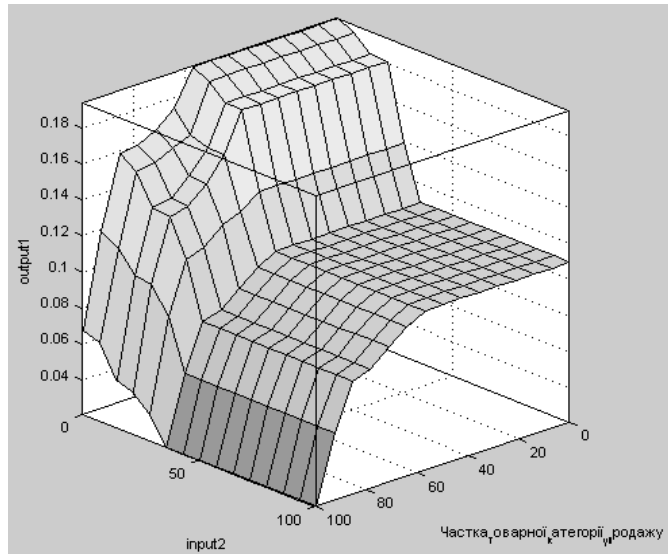


Рис. 7. Залежність критерію «частка продажів – стабільність продажів» від вхідних змінних (ABC та XYZ)

ліз за ABC і XYZ-методами є дійовим інструментом оптимізації асортименту торговельного підприємства. Класичний підхід із застосуванням ABC- і XYZ-методів потребує побудови матриці з 9 полів, але для характеристики певного поля, окрім лінгвістичного опису, необхідно мати числове значення. Базові показники вагомості полів доцільно визначати із застосуванням шкали Фішберна.

Розроблена нечітко-логічна модель кількісної оцінки критерію «частка продажів – стабільність продажів» дозволяє враховувати не тільки кількісні, але і якісні характеристики економічного об'єкта,

які складно або неможливо задати кількісно, а для оцінки критерію «частка продажів – стабільність продажів» застосовувати теоретично необмежену кількість показників. На практиці вибір показників має бути обґрунтований, з одного боку, їх вагомістю, а з іншого – трудомісткістю збору потрібної інформації для проведення аналізу.

Подальші розробки авторів у цьому напрямі будуть спрямовані на удосконалення моделі нечіткого висновку та обґрунтування кількості вхідних параметрів розробленої нечітко-логічної моделі.

Список використаних джерел

1. Бузукова Е.А. Закупки и поставщики. Курс управления ассортиментом в рознице / Е.А. Бузукова; под ред. С. Сысоевой. – СПб.: Питер, 2010. – 432 с.
2. Бузукова Е.А. Ассортимент розничного магазина: Методы анализа и практические советы / Е.А. Бузукова. – СПб.: Питер, 2007. – 176 с.
3. Виноградська А.М. Комерційне підприємництво: сучасний стан, стадії розвитку: монографія / А.М. Виноградська. – Київ: Центр навчальної літератури, 2004. – 807 с.
4. Гончар Л.А. Структурування асортименту підприємства за його аналізом / Л.А. Гончар // Бюлетень міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2013. – № 1 (6). – С. 89–96.
5. Ламбен Ж.Ж. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива: пер. с французского / Ж.Ж. Ламбен. – СПб.: Наука, 1996. – 589 с.
6. Сысоева С.В. Категорийный менеджмент: Курс управления ассортиментом в рознице / С.В. Сысоева, Е.А. Бузукова. – СПб.: Питер, 2008. – 336 с.

7. Сысоева С.В. Большая книга директора магазина / С.В. Сысоева. – СПб.: Питер, 2012. – 416 с.
8. Павлова В.А. Дослідження торговельного асортименту спеціалізованого магазину як основа його оптимального формування / В.А. Павлова // Бюлетень Міжнародного Нобелівського економічного форуму: зб. наук. праць. – 2012. – № 1(5). – С. 293–300.
9. Романчук Е.С. ABC-анализ с использованием аппарата нечеткой логики / Е.С. Романчук // Молодой ученый. – 2012. – № 6. – С. 74–76.
10. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и её применение к принятию приближенных решений / Л. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
11. Недосекин А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: дис. ... д-ра экон. наук: 08/0013 / Алексей Олегович Недосекин. – 2003. – 37 с.
12. Нечёткое моделирование и управление / А. Прегат; пер. с англ. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 798 с.
13. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ-Петербург. – 2005. – 736 с.

References

1. Buzukova, Y.A. (2010). Zakupki i postavshhiki. Kurs upravleniya assortimentom v roznice [Procurement and suppliers. Course assortment management in retail]. Saint Petersburg, Piter, 432 p.
2. Buzukova, Y.A. (2007). Assortiment roznichnogo magazina: Metody analiza i prakticheskie sovery [The range of retail store: Methods of analysis and practical tips]. Saint Petersburg, Piter, 176 p.
3. Sysoyeva, S.V., Buzukova, Y.A. (2008). Kategorijnyj menedzhment: Kurs upravleniya assortimentom v roznice [The range of retail store: Methods of analysis and practical tips]. Saint Petersburg, Piter, 336 p.
4. Pavlova, V.A. Doslidzhennja torgovel'nogo asortimentu specializovanogo magazinu jak osnova jogo optimal'nogo formuvannja [Research trading range specialty shop as a basis for its optimal formation]. Bjuleten' Mizhnarodnogo Nobelivs'kogo ekonomichnogo forumu [Bulletin of the International Nobel Economic Forum]. 2012, no. 1(5). pp. 293-300.
5. Golubkov, Y.P. ABC- i XYZ-analiz: provedenie i ochenka rezul'tativnosti [ABC- and XYZ-analysis: implementation and performance evaluation]. Marketing v Rossii i za rubezhom [Marketing in Russia and abroad]. 2010, no 3. – pp. 12-23.
6. Sysoyeva, S.V. (2012). Bol'shaya kniga direktora magazina [The big book store manager]. Saint Petersburg, Piter, 416 p.
7. Lamben, Zh.Zh. (1996). Strategicheskij marketing. Evropejskaja perspektiva [Strategic Marketing. European Perspective]. Saint Petersburg, Nauka [Science], 589 p.
8. Vinograds'ka, A.M. (2004). Komercijne pidpriemnictvo: suchasnij stan, stadiji rozvitku [Commercial business: current status, stage of development]. Kiyiv, Centr navchal'noji literatury [Centre for Scientific Literature], 807 p.
9. Gonchar, L.A. Strukturuvannja asortimentu pidpriemstva za jogo analizom [Structuring production range for its analysis]. Bjuleten' Mizhnarodnogo Nobelivs'kogo ekonomichnogo forumu [Bulletin of the International Nobel Economic Forum]. 2013, no. 1(6), pp. 89-96.
10. Romanчук, Y.S. ABC- analiz s ispol'zovaniem apparata nechetkoj logiki [ABC-analysis using fuzzy logic]. Молодой ученый [Young Scientist]. 2012, no 6, pp. 74-76.
11. Zade, L. (1976). Ponjatie lingvisticheskoj peremennoj i ejo primenenie k prinjatiju priblizhennjah reshenij [The concept of linguistic variable and its application to the approximation of solutions]. Moscow, Mir, 165 p.

12. Nedosekin, A.O. (2003). Metodologicheskie osnovy modelirovaniya finansovoj dejatel'nosti s ispol'zovaniem nechetko-mnozhestvennyh opisaniy. Diss. dokt. ekon. nauk [Methodological bases of modeling financial performance using fuzzy multiple descriptions. Dr. econ. sci. diss.]. Saint Petersburg. 280 p.

13. Leonenkov, A.V. (2005). Nechjotkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzyTECH [Fuzzy modeling in environment MATLAB and fuzzyTECH]. СПб, BHV-Petersburg, 736 p.

14. Pregat, A. (2013). Nechjotkoe modelirovanie i upravlenie [Fuzzy modeling and control]. Moscow, BINOM Laboratorija znaniy, 798 p.

Рассматривается возможность объединения методов ABC- и XYZ-анализа для исследования процесса оптимизации ассортимента торгового предприятия. Предложен концептуально новый подход к указанному процессу с использованием алгоритма нечёткого логического вывода, что позволяет более точно сформировать ассортиментный портфель на основании ранжирования ассортимента, учёта влияния дополнительных факторов на принятие управленческих решений в отношении его оптимизации.

Ключевые слова: *ассортимент, оптимизация, методы ABC- и XYZ-анализа, нечёткая логика, функция принадлежности, алгоритм Мамдани.*

The possibility of combining the methods of ABC and XYZ analysis to study the optimization range of commercial enterprise is analysed. We propose a conceptually new approach to the specified process using fuzzy inference algorithm, which allows more accurate form a product portfolio based on the ranking of the range, taking into account the influence of additional factors on management decisions with respect to its optimization.

Key words: *assortment, optimization methods ABC and XYZ analysis, fuzzy logic membership function, Mamdani algorithm.*

Одержано 23.01.2015.