

УДК 658.628:639.2

Гончар Л.А.*кандидат економічних наук,
доцент кафедри товарознавства і торговельного підприємництва
Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля***М'ячин В.Г.***кандидат технічних наук,
доцент кафедри товарознавства і торговельного підприємництва
Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля*

СТРУКТУРУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА ЗА ДОПОМОГОЮ АПАРАТУ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

Стаття присвячена дослідженню питання структурування асортименту торговельного підприємства на підставі широко розповсюдженого ABC та XYZ аналізу з додатковим використанням апарату нечіткої логіки. Наявність алгоритму нечіткого логічного висновку дозволяє обробляти не тільки числові дані, але й лінгвістичні змінні. Запропонований у роботі концептуально новий підхід сприяє більш точним оцінкам при ранжуванні асортименту, гнучкості при врахуванні додаткових факторів, що впливають на формування асортиментної політики підприємства, а також візуалізації процесу прийняття управлінських рішень при вирішенні завдань категорійного менеджменту.

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

Гончар Л.А., Мячин В.Г. СТРУКТУРИРОВАНИЕ АССОРТИМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТА НЕЧЁТКОЙ ЛОГИКИ

Статья посвящена исследованию вопроса структурирования ассортимента торгового предприятия на основании широко распространенного ABC и XYZ анализа с дополнительным использованием аппарата нечеткой логики. Наличие алгоритма нечеткого логического вывода позволяет обрабатывать не только числовые данные, но и лингвистические переменные. Предложенный в работе концептуально новый подход способствует более точным оценкам при ранжировании ассортимента, гибкости при учете дополнительных факторов, влияющих на формирование ассортиментной политики предприятия, а также визуализации процесса принятия управленческих решений при решении задач категорийного менеджмента.

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

Gonchar L.A., Myachin V.G. STRUCTURING THE ASSORTMENT OF THE COMPANY USING THE APPARATUS OF FUZZY LOGIC

The article investigates the problem of structuring the assortment of commercial enterprise on the basis of the widespread ABC and XYZ analysis with the additional use of fuzzy logic. Availability fuzzy inference algorithm can handle not only numerical data, but also linguistic variables. Proposed in a conceptually new approach contributes to more accurate estimates of the ranking range, flexibility, taking into account additional factors influencing the formation of the assortment policy of the enterprise, as well as the visualization of management decision making in solving the problems of Category Management.

Keywords: assortment, fuzzy logic, methods of ABC and XYZ analysis, accessories, Mamdani algorithm.

Постановка проблеми. Структурування асортименту – одне із найважливіших завдань торговельного підприємства, від якого залежить якість обслуговування, рівень конкурентоспроможності і прибутковість діяльності. У зв'язку з цим пошуки шляхів оптимізації асортиментного портфелю та ефективних методів управління асортиментом набуває важливості в сучасних умовах розвитку торгівлі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання щодо аналізу і структурування асортименту товарів на підприємствах роздрібної торгівлі розглядалися в роботах Є.А. Бузукової, С.В. Сисоевої, В.А. Павлової, А.М. Виноградської, Г. Крохи, Ж.Ж. Ламбена та ін. [1-7]. У той же час відомі лише нечисленні роботи щодо залучення апарату нечіткої логіки при проведенні ABC-аналізу [8]. Питання структурування асортименту товарів ABC та XYZ методом із залученням апарату нечіткої логіки серед відомих нам робіт взагалі не розглядалося.

Постановка завдання. Не зважаючи на суттєві добробки економістів, залишаються недостатньо дослідженими питання щодо структурування асортименту у торговельних підприємствах за результатами поєднаного аналізу. Метою робота є систематизація підходів до структурування асортименту товарів за результатами поєднаного аналізу за ABC і XYZ-

методами, а також розгляд концептуальної можливості використання сучасних інструментів аналізу, зокрема, на базі нечіткої логіки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Загальноприйнято, що вихідним етапом структурування асортименту є його аналіз, проведений одним з методів: зіставлення необхідного і реального профілю, аналізу життєвого циклу товару, портфельного аналізу, «моделі з ідеальною точкою», моделі Розенберга тощо.

Найбільш розповсюдженим є метод ABC-аналізу, який дозволяє визначити пріоритетні позиції в асортименті, виділити «зірок» (група А), «претендентів» (група В) і аутсайдерів (група С) та встановити базовий асортимент. За правилом Парето, товари групи А належать до найважливіших, оскільки забезпечують перші 50% результату; товари групи В – до середніх (забезпечують 30% результату), а товари групи С – до проблемних, (забезпечують 20% результату). Виділення найбільш значущих товарних категорій рибних товарів дозволяє оптимізувати товарний асортимент. Проте для усунення певної суб'єктивності доцільно паралельно провести XYZ-аналіз, який дозволяє ранжувати і групувати товарні категорії за ступенем прогнозування попиту і об'ємністю товарів.

Коефіцієнт варіації (K_σ), який показує стабільність/нестабільність попиту на товари, визначено за допомогою формули:

$$K_\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \cdot \frac{100\%}{\bar{x}}, \quad (1)$$

де x_i – значення параметру товарних категорій у i -ому періоді;

\bar{x} – середнє значення параметру;

n – кількість періодів.

Для узагальнення висновків щодо асортиментного коливання у досліджуваному торговельному підприємстві визначено межі інтервалів (табл. 1).

Таблиця 1

Межі інтервалів для розподілу асортименту за групами [6]

Група	Інтервал, %	Види коливань
X	$0 \leq K_\sigma < 10$	незначне коливання
Y	$10 \leq K_\sigma < 30$	середнє коливання
Z	$30 \leq K_\sigma < \infty$	суттєве коливання

Порівняння товарних категорій за ABC і XYZ аналізом дозволяє визначити ступінь впливу на кінцевий результат (ABC) і стабільність цього результату (XYZ). Тому поєднання результатів ABC і XYZ аналізу більш повно характеризує асортимент та стає підставою для прийняття рішення щодо управління тими чи іншими товарними категоріями; підвищення ефективності управління товарними запасами і закупівлями товарів; розробки оптимальної закупівельної політики за визначеними товарами-«зірками» і товарами-«аутсайдерами», а також шляхів оптимізації асортименту.

Фрагмент результатів поєднаного ABC і XYZ аналізу наведено у таблиці 2.

Відповідно до проведеного поєднання ABC і XYZ аналізу асортименту рибних товарів у досліджуваному торговельному підприємстві (табл. 2) побудована матриця за двома критеріями – частка товарної категорії у товарообороті (ABC) та стабільністю продажів (XYZ) (рис. 1).

Побудована матриця доводить, що асортимент торговельного підприємства нестабільний, оскільки всі стовбці X не заповнені. Група CY є достатньо ве-

ликою, вона складається з п'яти товарних категорій (солоня риба нарізана, жива риба, в'ялена риба без упаковки, в'ялена риба у вакуумній упаковці, копчена риба нарізана), проте вона не представляє особливої цінності для підприємства. У групу CZ потрапили дві товарні категорії (солоня риба без упаковки і копчена риба в вакуумній упаковці), які належать до проблемних, оскільки роблять незначний внесок до прибутку і мають значні коливання продажів. Ці товарні категорії є першими претендентами на виключення з асортименту.

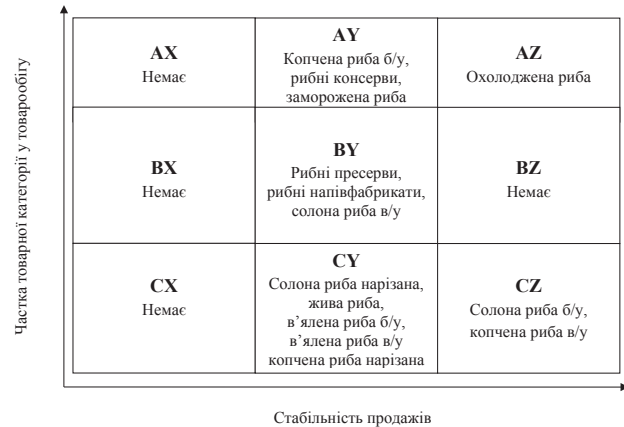


Рис. 1. Матриця поєднаного аналізу асортименту досліджуваного торговельного підприємства

Для структуривання асортименту, перш за все, слід приділяти увагу товарним категоріям груп А і В, оскільки вони забезпечують основний товарооборот торговельного підприємства, та товарним категоріям групи Х, що забезпечують стабільність продажів.

Оцінка критерію «частка продажів-стабільність продажів» як інтегрального показника при аналізі асортименту проводилася нами за допомогою FIS-структури нечіткого висновку (системи нечіткого виводу), яка є базовим поняттям модуля нечіткої логіки *Fuzzy Logic Toolbox*. Інтегрований критерій «частка продажів-стабільність продажів» (ABC-XYZ) нами розглядається як сукупність критерію «частка товарної категорії у товарообігу» (ABC) та критерію «стабільність продажів» (XYZ).

Таблиця 2

Поєднаний ABC і XYZ аналіз асортименту рибних товарів за товарообігом у і стабільністю продажів (фактичні дані спеціалізованого магазину за півроку у м. Дніпропетровську) [8]

Товарна категорія	Товарообіг категорії, грн	Частка в товарообігу за ABC-аналізом, %	Коефіцієнт варіації за XYZ-аналізом, %	Група за поєднаним аналізом
Всього	4475433,01	100		
Рибні консерви	922362,11	20,61	28,63	AY
Заморожена риба	889434,77	19,87	29,88	AY
Охолоджена риба	584809,91	13,07	34,56	AZ
Копчена риба б/у	469500,37	10,49	11,02	AY
Рибні пресерви	300737,97	6,72	15,6	BY
Солоня риба в/у	300604,05	6,71	17,42	BY
Рибні напівфабрикати	283737,8	6,34	16,33	BY
Солоня риба б/у	230087,84	5,14	37,97	CZ
В'ялена риба б/у	180932,66	4,04	20,07	CY
Жива риба	165461,39	3,7	19,87	CY
Копчена риба в/у	62118,27	1,39	40,98	CZ
Солоня риба нарізана	46828,78	1,04	17,27	CY
Копчена риба нарізана	25751,37	0,58	23,93	CY
В'ялена риба в/у	13065,72	0,29	21,97	CY

Критерій «частка товарної категорії у товарообігу» (ABC) оцінюємо за 100-бальною шкалою (приймаємо 0-70 балів (%)) – висока частка у товарообігу (за накопичувальним підсумком) (A), 70-90 балів (%) – середня частка у товарообігу (B), 90-100 балів (%) – низька частка у товарообігу (C).

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

Для розрахунків введемо тпєі вихідні дані:

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

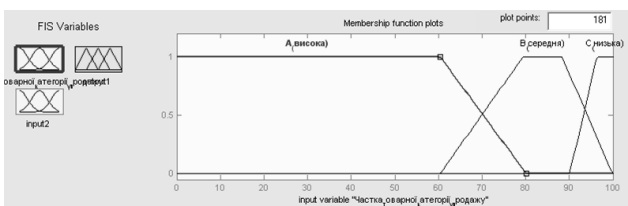


Рис. 2. Графік функції приналежності для вхідної лінгвістичної змінної «частка товарної категорії у товарообігу»

x_2 – друга вхідна змінна «стабільність продажів». У якості її терм-множини буде використовуватися аналогічна множина $T_2 = \{\text{«низька (Z)»}, \text{«середня (Y)»}, \text{«висока (X)»}\} = \{X_{2,1}, X_{2,2}, X_{2,3}\}$ з функціями приналежності термів (рис. 3). Для вхідних змінних X_1 та X_2 використані подібні до трапецій функції приналежності;

y – «частка продажів-стабільність продажів» товарної групи (вихідна змінна). Для характеристики цієї величини окрім лінгвістичного опису їй потрібно надати числового значення, тобто розрахувати показники вагомості для полєй матриці ABC-XYZ. Базові показники вагомості для полєй β_j доцільно в нашому випадку визначати із застосуванням шкали Фішберна. Групи показників ранжуються за принципом Фішберна в порядку спадання вагомості, де вагомість j -го кожного 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 складає принцип Фішберна (8), відповідає максимуму ентропії інформаційної невизначеності щодо об'єкту дослідження.

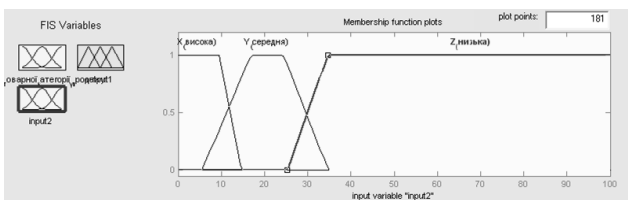


Рис. 3. Графік функції приналежності для вхідної лінгвістичної змінної «частка продажів-стабільність продажів»

На думку більшості дослідників [1-7], у порядку спадання вагомості поля матриці ABC-XYZ можна розташувати таким чином: AX, AY, BX, BY, AZ, BZ, CX, CY та CZ. 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.

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

Представленій інформації достатньо для проектування нечіткої експертної системи. Така система буде мати два входи (умовна назва «частка товарної категорії у товарообігу» і «стабільність продажів»), один вихід («частка продажів-стабільність продажів»), дев'ять правил типу «якщо ... то» (відповідно до дев'ятиох наведених речень) і дев'ять значень для центрів функції виходу.

Наступним етапом побудови нечіткої моделі є побудова бази правил. У нашому випадку маємо дев'ять таких правил:

```
IF x1 IS X1,1 AND x2 IS X2,1 THEN y IS Y1
IF x1 IS X1,1 AND x2 IS X2,2 THEN y IS Y2
IF x1 IS X1,2 AND x2 IS X2,1 THEN y IS Y3
IF x1 IS X1,2 AND x2 IS X2,2 THEN y IS Y4
IF x1 IS X1,1 AND x2 IS X2,3 THEN y IS Y5
IF x1 IS X1,2 AND x2 IS X2,3 THEN y IS Y6
IF x1 IS X1,3 AND x2 IS X2,1 THEN y IS Y7
IF x1 IS X1,3 AND x2 IS X2,2 THEN y IS Y8
IF x1 IS X1,3 AND x2 IS X2,3 THEN y IS Y9.
```

Побудуємо систему, використовуючи алгоритм висновку Мамдані (правила логічного висновку), у своїх консеквентах (у правій частині) містять нечіткі значення (функції приналежності). Функції належності термів зображені на рисунку 4.

Нечітке моделювання у середовищі *MatLab* здійснювалося з використанням пакету розширення *Fuzzy Logic Toolbox* [12].

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

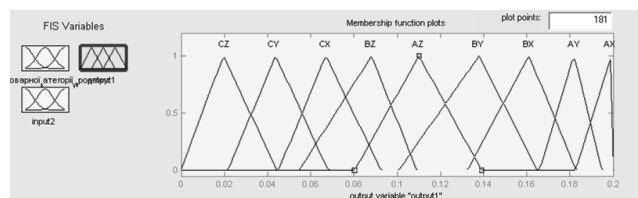


Рис. 4. Графіки функцій приналежності для термів вихідної лінгвістичної змінної в моделі Мамдані

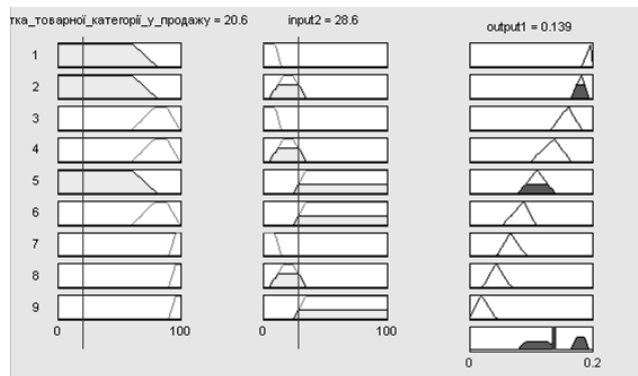


Рис. 5. Реалізація нечіткого висновку Мамдані в пакеті *MatLab* для оцінки критерію «частка продажів-стабільність продажів»

Якщо ми введемо вхідні дані із таблиці 2 для групи товарів «Рибні консерви» і внесемо їх для розрахунку у запропоновану модель, то отримуємо значення критерію «частка продажів-стабільність продажів» у 0,138 (з максимальних 0,200) (рис. 5). Таким чином, ми отримуємо при аналізі асортименту новий інтегрований кількісний критерій.

З урахуванням того, що кожне правило моделі Мамдані має певну 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 результатами ABC та XYZ аналізів, оцінювати рівень кількісного критерію «частка продажів-стабільність продажів». Підтвердженням залежності вихідної змінної («частка продажів-стабільність продажів») і вхідних змінних служить множина його значень у вигляді поверхні відгуку, побудованої за допомогою *Surface Viewer* (рис. 6).

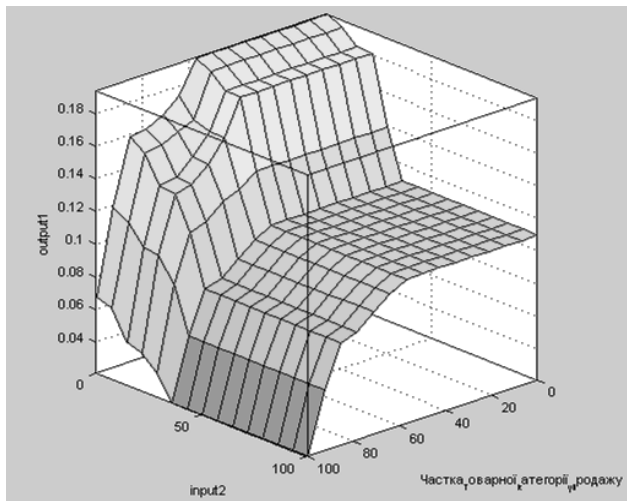


Рис. 6. Залежність критерію «частка продажів-стабільність продажів» від вхідних змінних (ABC та XYZ)

Таким чином, з викладеного випливає, що для оцінки критерію «частка продажів-стабільність продажів» найбільш точним і, значить, більш ефективними є метод теорії нечітких множин у порівнянні з лінійними моделями.

Висновки з проведеного дослідження. З наведеного вище можна зробити такі висновки.

1. Поєднаний аналіз за ABC і XYZ методами є дієвим інструментом структурування асортименту торговельного підприємства, спрямованого на його

оптимізацію та забезпечення ефективності управління товарними запасами.

2. Класичний ABC і XYZ метод включає побудову матриці з 9 полей. Але для характеристики певного поля окрім лінгвістичного опису йому потрібно надати числового значення, тобто розрахувати показники вагомості для полей матриці ABC-XYZ. Базові показники вагомості полей β_j у нашому дослідженні визначили із застосуванням шкали Фішберна.

3. Розроблена нечітко-логічна модель кількісної оцінки критерію «частка продажів-стабільність продажів» дозволяє враховувати не тільки кількісні, але і якісні характеристики економічного об'єкту, які складно або неможливо задати кількісно. Вона дозволяє теоретично для оцінки критерію «частка продажів-стабільність продажів» «підключити» безліч показників. На практиці вибір показників повинен бути обґрунтований, з одного боку, їх вагомістю, а з іншого – трудомісткістю збору потрібної інформації для проведення аналізу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Бузукова Е.А. Закупки и поставщики. Курс управления ассортиментом в рознице / 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. Сысоева С.В. Категорийный менеджмент: Курс управления ассортиментом в рознице / С.В. Сысоева, Е.А. Бузукова. – СПб. : Питер, 2008. – 336 с.
4. 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.
5. Сысоева С.В. Большая книга директора магазина / С.В. Сысоева. – СПб. : Питер, 2012. – 416 с.
6. Ламбен Ж.Ж. Стратегический маркетинг. Европейская перспектива / Пер. с французского / Ж.Ж. Ламбен. – СПб. : Наука, 1996. – 589 с.
7. Виноградська А.М. Комерційне підприємство: сучасний стан, стадії розвитку : монографія / А.М. Виноградська. – Київ : Центр навчальної літератури, 2004. – 807 с.
8. Гончар Л.А. Структурування асортименту підприємства за його аналізом // Бюлетень міжнародного Нобелівського економічного форуму. – 2013. – № 1(6). – С. 89-96.
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. ... докт. экон. наук : 08/0013 / Алексей Олегович Недосекин. – 2003. – 37 с.
12. Леоненков А.В. Нечёткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH / А.В. Леоненков. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 736 с.