

ЗАСТОСУВАННЯ БАЙЄСІВСЬКИХ МЕРЕЖ ДОВІРИ У ФОРМУВАННІ ТОВАРНОГО АСОРТИМЕНТУ ПІДПРИЄМСТВА

ПОКОТІЛОВА О. І., ПОКОТІЛОВ І. П.

УДК 65.012.25: 519.17

Покотілова О. І., Покотілов І. П. Застосування байєсівських мереж довіри у формуванні товарного асортименту підприємства

У даній роботі розглядається застосування байєсівської мережи довіри для формування конкурентно раціонального асортименту підприємств харчової промисловості за допомогою програмного забезпечення Hugin. Наводяться необхідні теоретичні відомості про методику рішення задачі. Вказані основні аспекти практичної реалізації програми.

Ключові слова: байєсівська мережа довіри, конкурентно раціональний асортимент, підприємства харчової промисловості.

Рис.: 3. **Табл.:** 1. **Формул.:** 1. **Бібл.:** 5.

Покотілова Олена Ігорівна – аспірантка, Інститут економіки промисловості НАН України (вул. Університетська, 77, Донецьк, 83048, Україна)
E-mail: dobrozorova@mail.ru

Покотілов Ігор Пилипович – кандидат технічних наук, проректор, Херсонський економічно-правовий інститут (вул. Кримська, 130, Херсон, 73028, Україна)

УДК 65.012.25: 519.17

UDC 65.012.25: 519.17

Покотилова Е. И., Покотиллов И. Ф. Применение байесовских сетей доверия в формировании товарного ассортимента предприятия

Pokotilova Y. I., Pokotilov I. F. The Use of Bayesian Networks of Trust in the Formation of the Company Product Range

В данной работе рассматривается применение байесовской сети доверия для формирования конкурентно рационального ассортимента предприятий пищевой промышленности с помощью программного обеспечения Hugin. Приводятся необходимые теоретические сведения о методике решения задачи. Указаны основные аспекты практической реализации программы.

In this paper we consider the use of Bayesian networks of trust for the formation of a competitive range of sustainable food through the software Hugin. We present the necessary theoretical information on the methodology of the solution. Shows the main aspects of the implementation of the program.

Ключевые слова: байесовская сеть доверия, конкурентно рациональный ассортимент, предприятия пищевой промышленности.

Key words: Bayesian belief network, rational competitive range, the food industry.

Рис.: 3. **Табл.:** 1. **Формул.:** 1. **Библ.:** 5.

Рис.: 3. **Табл.:** 1. **Formulae:** 1. **Bibl.:** 5.

Покотилова Елена Игоревна – аспирантка, Институт экономики промышленности НАН Украины (ул. Университетская, 77, Донецк, 83048, Украина)

Pokotilova Yelena I. – Postgraduate Student, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine (vul. Universytetska, 77, Donetsk, 83048, Ukraine)

E-mail: dobrozorova@mail.ru

E-mail: dobrozorova@mail.ru

Покотиллов Игорь Филиппович – кандидат технических наук, проректор, Херсонский экономико-правовой институт (ул. Крымская, 130, Херсон, 73028, Украина)

Pokotilov Igor F. – Candidate of Sciences (Engineering), Pro-rector, Kherson Economics and Law Institute (vul. Krymska, 130, Kherson, 73028, Ukraine)

В умовах кардинальної трансформації економічного середовища, збільшення обсягів інформації, яка динамічно змінюється і не завжди достовірна, гостро стоїть проблема підготовки управлінських рішень (УР). Сьогодні для розв'язання багатьох практичних завдань, що стоять перед менеджерами, не можна застосувати класичні методи прийняття рішень. Тому актуальним є впровадження нових методологічних підходів і відповідного інструментарію, які дозволяють обґрунтовувати і приймати УР на різних ієрархічних рівнях управління в умовах невизначеності. Одним із таких

методологічних підходів є використання експертних систем, зокрема байєсівських мереж довіри (*Bayesian belief network (BBN)*).

BBN використовуються в галузях, що характеризуються успадкованою невизначеністю. Ця невизначеність може виникати внаслідок неповного розуміння предметної області; неповних знань про предметну область у момент прийняття УР, коли задача характеризується випадковістю або комбінацією цих факторів [1].

Одним із таких завдань є формування конкурентно раціонального товарного асортименту підпри-

емств. Основними перевагами BBN у подібних завданнях є: можливість використовувати для розрахунків суб'єктивну інформацію у вигляді експертних оцінок і міркувань, здатність виявляти невідомі та нетривіальні зв'язки між чинниками, а також високий рівень візуалізації та чітке розуміння суті взаємодії чинників процесу між собою [2].

На даний момент існує велика кількість готових програмних продуктів для побудови BBN. Це робить її ефективним якісним методом поліпшення УР у галузі маркетингу.

Істотний внесок у дослідження проблеми практичного використання байесівських мереж довіри внесли відомі закордонні та вітчизняні вчені та практики: Де Марко Т., Д. Чекерман, С. Колес, Ф. Дженсен, М. Крейг, Терехов С. А., Андрейчик А. В., Андрейчікова О. М., Шехтер Д. Б., Чадюк А. В., Червинский-Авашура А. Л., Бідюк П. І., Терентьев О. М., Коновалюк М. М., Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф., Поллак Г. А. та ін.

У роботах перелічених авторів BBN досліджувалися, в основному, у контексті можливості створення експертних систем. Однак мало уваги приділялося можливості використання методології BBN при формуванні асортименту товарів підприємств різних галузей.

Мета статті – обґрунтувати методологічний підхід, заснований на побудові байесівських мереж довіри для формування товарного асортименту підприємств харчової промисловості; за допомогою програмного забезпечення Nugin побудувати модель конкурентно раціонального асортименту підприємства харчової промисловості.

BBN – це високоресурсний метод ймовірнісного моделювання процесів довільної природи з невизначеностями різних типів, який забезпечує можливість достатньо точного опису їх функціонування, оцінювати прогнози та будувати системи управління [2].

BBN – новий інструмент управління, що регулює інформаційні потоки, дозволяє створювати узгоджену і несуперечливу ймовірнісну базу знань.

Для байесівських мереж довіри іноді використовуються ще одна назва – причинно-наслідкова мережа [3].

У стандартному математичному описі BBN складається з безлічі випадкових змінних і спрямованих зв'язків між ними. Кожна змінна може приймати одне з кінцевої безлічі взаємовиключних значень. Змінні разом зі зв'язками утворюють орієнтований граф. Кожній змінній – нащадку A зі змінними – предками B_1, \dots, B_n задається таблиця умовних ймовірностей $P(A | B_1, \dots, B_n)$.

Причинно-наслідкові з'єднання дозволяють більш просто оцінювати ймовірності подій. Поняття умовної ймовірності $P(A|B)$ становить основу байесівського підходу до аналізу невизначеності. Спільна ймовірності настання подій A і B представляється формулою повної ймовірності: $P(A, B) = P(A|B) \cdot P(B)$.

Маючи в розпорядженні інформацію про залежні змінні (слідства), можна визначити порівняльні ймовірності вихідних змінних (причин) за допомогою теореми Байеса:

$$P(B|A) = \frac{P(B|A) \cdot P(B)}{P(A)}$$

Саме процес обчислення ймовірностей є основою для прийняття рішень в умовах невизначеності на основі байесівських мереж довіри.

Залежно від того, якими величинами представлені змінні вузлів, розрізняють чотири типи BBN: дискретні, динамічні, неперервні, гібридні.

У даній роботі розглядається дискретна BBN – мережа, у якій змінні вузлів представлені дискретними величинами. Вона представляє собою спрямований ациклічний граф, для якого характерні такі властивості:

- ★ кожна вершина являє собою подію, що описується випадковою величиною, яка може мати кілька станів;
- ★ усі вершини, пов'язані з предками визначаються таблицею або функцією умовних ймовірностей;
- ★ для вершин без предків ймовірності їх станів є маргінальними [2].

На етапі якісної оцінки в модель було включено чинники, які впливають на формування товарного асортименту підприємств харчової промисловості, визначають ступінь відповідності його споживчим перевагам (*рис. 1*).

Високого ступеня відповідності споживчим перевагам можна досягти, дотримуючись теорії конкурентної раціональності та своєрідної її модифікації – рефлексивного управління.

Під конкурентною раціональністю асортименту розуміється принцип прийняття рішень щодо його формування на насиченому конкурентами ринку. Слово «конкурентна» передбачає, що фірма діє на ринку серед інших компаній, які приймають подібні рішення, «раціональність» – те, що фірма прагне бути послідовною в організації обміну зі споживачами на ринку, який постійно розвивається [4, с. 24].

Усі чинники, що ввійшли в модель, відносяться до чинників внутрішнього середовищі підприємства і впливають на формування конкурентно раціонального асортименту від розробки концепції до виробництва товару. При цьому враховувалось, що коли товар попадає в канали збуту, кожен з чинників прямо чи опосередковано формує уявлення у споживча про товари підприємства, впливає як на об'єктивну, так і суб'єктивну компоненти його вибору.

Формування уявлень споживача про якість передбачає інформування про переваги даного товару перед конкурентами в таких аспектах якості, як біологічна та енергетична цінність, органолептичні якості, безпека, корисність, екологічність, наявність товарного знаку, відповідність стандартам якості та ін..

Важливим чинником, що впливає на процес прийняття рішення про покупку, є ціна товару. Вона повинна бути, на погляд споживача, економічно обґрунтованою, психологічно ко мфортною. Якщо підприємство пропонує декілька різновидів одного товару для різних груп споживачів, то важливо провести цінову диференціацію. Для деяких споживачів ціна навіть може слугувати індикатором якості товару.

Показники асортименту будуть приховано впливати на імідж компанії. Наприклад, широта, глибина, насиченість, стабільність асортименту, на думку споживача, можуть свідчити про високий технологічний рівень підприємства.

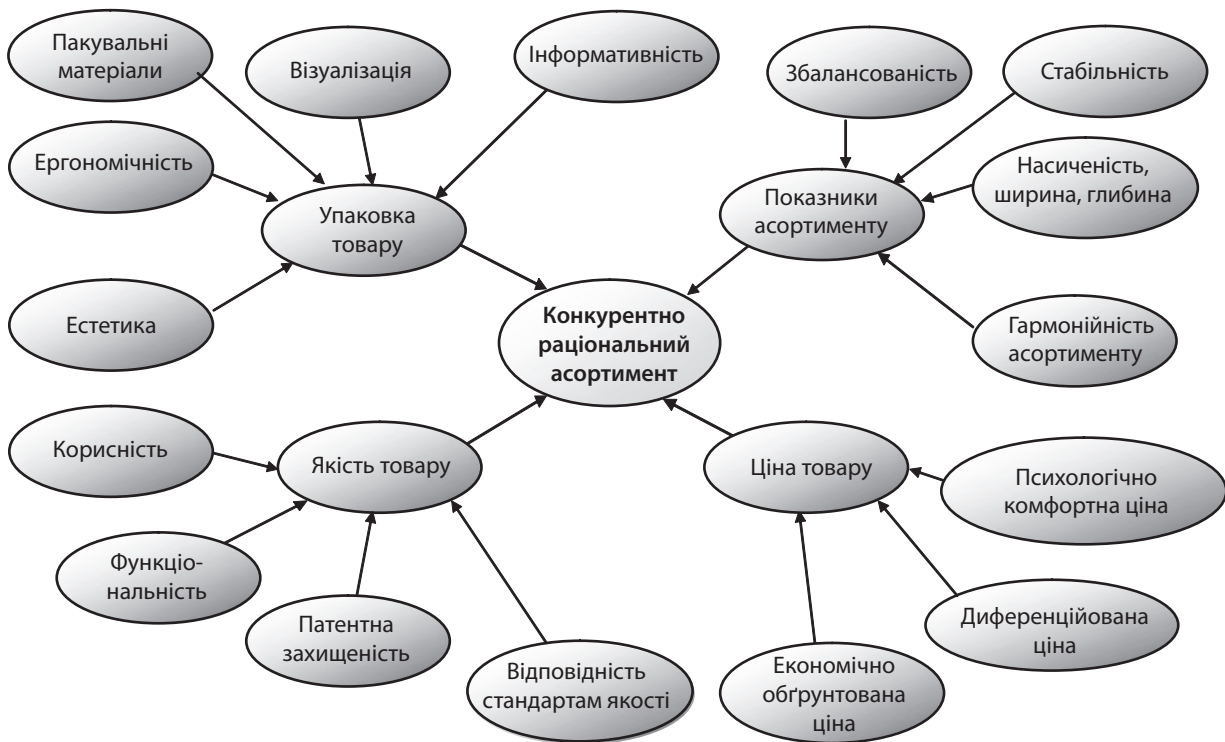


Рис.1. Модель формування конкурентно раціонального асортименту товарів підприємств харчової промисловості

Упаковка є важливим засобом комунікації підприємства із споживачем. Вона демонструє товар, виділяє його серед інших більш якісним дизайном, кольором, формою, матеріалом. Важливе значення має інформативність маркування, яке дає можливість споживачу зробити висновки про якість товару, сформувати уяву про імідж виробника.

Таким чином, уже на етапі формування асортименту менеджери закладають найбільш результативні напрями рефлексивного управління попитом.

Для проектування та розрахунків BBN використовувалася програмне забезпечення Hugin [5]. Hugin – пакет програм для розробки моделей, заснованих на експертних оцінках у різних сферах, що характеризуються суттєвою невизначеністю. Вона містить зручну для використання дедуктивну систему виводу, засновану на імовірнісних оцінках, яку можна застосувати до складних мереж з причинно-наслідковими імовірнісними зв'язками між об'єктами. Після того, як BBN спроектована і визначена, її компілюють з метою отримання можливості використовувати мережу для оцінки ймовірностей.

Для складання таблиць апріорних ймовірностей для кожного чинника використовуються оцінки, які були отримані експертним шляхом, а також з досвіду багаторазового виконання подібних проектів.

Результати розрахунків умовні ймовірності впливу основних груп чинників на конкурентну раціональність асортименту товару підприємства харчової промисловості Херсонської області показано на рис. 2.

На рис. 2а) за ступенем впливу чинники розподілилися таким чином: ціна товару – 66,73%; якість товару – 62,45%; показники асортименту – 59,86%; упаковка товару – 55,54%.

Можна стверджувати, що вірогідність того, що конкурентна раціональність асортименту збільшиться завдяки зміні групи чинників «ціна товару», дорівнює 66,73. Аналогічно можна зробити висновки й по інших групах чинників.

На рис. 2б) для визначення найбільш ймовірної комбінації стану всіх вузлів була задана 100% ймовірність конкурентній раціональності асортименту і визначено, які групи чинників здійснюють найбільший вплив на нього. Найбільший вплив здійснює якість товару – 76,69%; ціна товару – 74,45; показники асортименту – 66,08; упаковка товару – 57%.

Далі нами розраховувалась ймовірність ефективності товарного асортименту під впливом кожної групи чинників, за умови, що інші чинники незмінні. Результати розрахунків зведені в табл. 1 із зазначенням максимальної та мінімальної ймовірності впливу на формування ефективного товарного асортименту підприємств харчової промисловості.

Таблиця 1

Ймовірність впливу чинників на ефективність товарного асортименту підприємств харчової промисловості, %

Чинники впливу	Ймовірність формування конкурентно раціонального товарного асортименту за умови, що чинники впливу приймають значення	
	100%	0%
Якість товару	74,83	37,82
Ціна товару	67,99	46,79
Показники асортименту	67,27	51,50
Упаковка товару	62,54	58,93

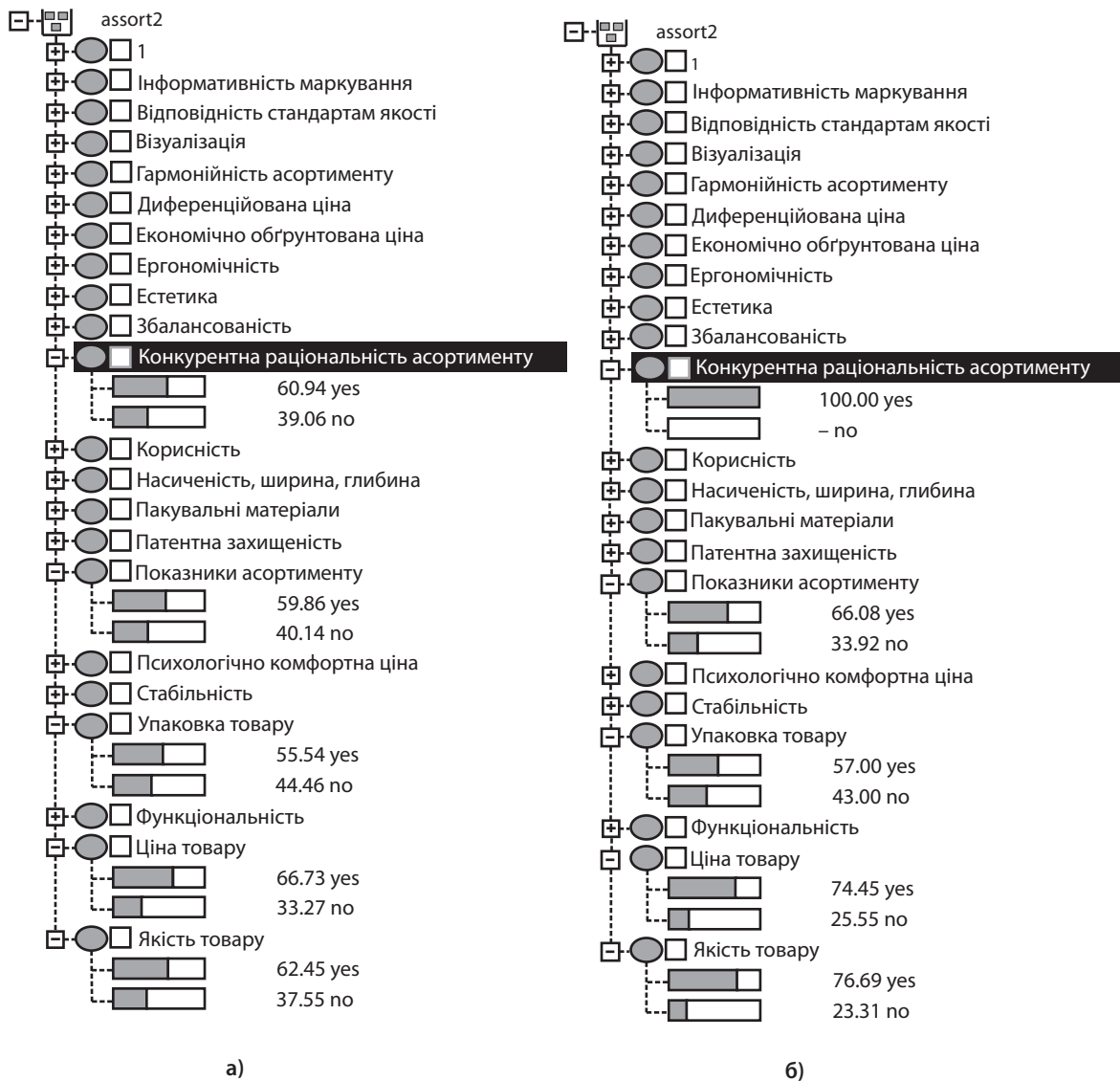


Рис. 2. Умовна ймовірність конкурентної раціональності товарного асортименту підприємств харчової промисловості Херсонської області

На основі даних табл. 1 було побудовано поетапний прогноз зміни показника ефективності асортименту (рис. 3) під впливом основних груп чинників, представлених в моделі.

На першому етапі пропонується підприємствам підвищити до максимально можливого рівня якості продукції, на другому – співвідношення ціна/витрати, на третьому та четвертому – збільшити показники асортименту та упаковки товару.

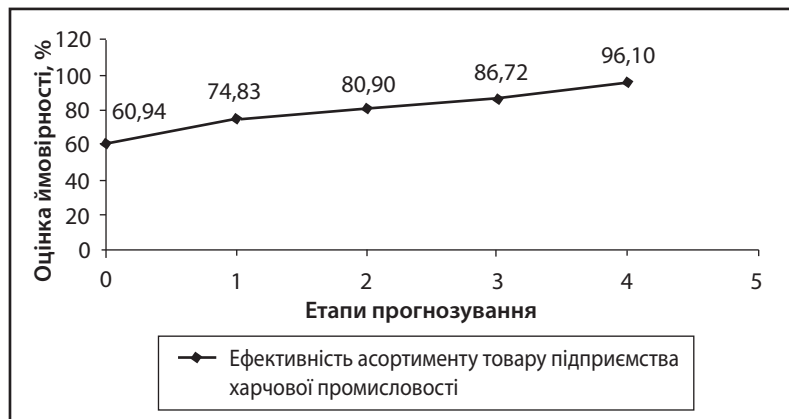


Рис. 3. Динаміка зміни оцінки ймовірності раціональності асортименту підприємства харчової промисловості

Таким чином, розроблена модель дозволяє автоматизувати процес прогнозування формування асортименту підприємства харчової галузі, що підвищить ефективність діяльності підприємств харчової галузі в цілому.

ВИСНОВКИ

Отримані результати свідчать про те, що для вирішення подібних задач можна використовувати нейромережеві технології, зокрема байєсівські мережі довіри. Вони ефективні для прийняття рішень в галузі маркетингу, зокрема з формування конкурентно раціонального асортименту товару.

У байєсівських мережах довіри є можливість використовувати як імовірності, отримані дослідним шляхом або з досвіду багаторазового використання системи, так і експертні оцінки у вигляді припущень.

Точність прогнозування формування конкурентно раціонального асортименту буде тим вище, чим більше буде інформації та вище рівень її достовірності.

Результати розрахунків можна використовувати підприємствами для визначення пріоритетності інвестування при формуванні асортименту підприємства. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. Шехтер Д. Б. Байесовские методы в задаче оценки релевантности при порске работы в Internet / Д. Б. Шехтер, А. В. Чадюк, А. Л. Червинский-Авашура [Електронний ресурс]: Проблеми програмування. 2006. – № 2-3. Спец. випуск. – Ре-

жим доступу : <http://dspace.nbu.gov.ua/dspace/bitstream/handle/123456789/1639/63-Shehter.pdf?sequence=1>

2. Бідюк П. І. Байєсівські мережі в технологіях інтелектуального аналізу даних / П. І. Бідюк, О. М. Терентьев, М. М. Коновалюк [Електронний ресурс] : Наукові праці. Комп'ютерні технології. Випуск 121. Том 134. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Npchdu/Computer_technology/2010_121/121-1.pdf

3. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2003.

4. Диксон П. Р. Управление маркетингом / Диксон П. Р.; Пер. с англ. – М. : ЗАО «Издательство БИНОМ», 1998. – 560 с.

5. Поллак Г. А. Инструментальные средства разработки экспертных систем : учебн. пособие. / Поллак Г. А. – Челябинск : Изд. ЮУрГУ, 2003. – 65 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000260533&dtype=F&etype=.pdf