

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ХАРАКТЕРИСТИК ГОТОВИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ МЕРЕЖ БАЙЄСА

Запропоновано структуру байєсівської мережі. Проведено аналіз складових характеристик готових виробів із використанням байєсівських мереж. Експериментально досліджено моделювання кінцевої продукції.

Ключові слова: байєсівська мережа, граф, імовірнісні показники, моделювання.

Предложена структура байесовской сети. Проведен анализ составляющих характеристик готовых изделий с использованием байесовских сетей. Экспериментально исследовано моделирование конечной продукции.

Ключевые слова: байесовская сеть, граф, вероятностные показатели, моделирование.

The structure of a Bayesian network is offered. The analysis of the components of the finished products characteristics with using Bayesian networks is held. The modeling of the final product is experimentally investigated

Key words: Bayesian network, graph, probabilistic indices, modeling.

Постановка проблеми. При розробці комп'ютерної системи підтримки прийняття рішень (СППР) для частини, що пов'язана з виробництвом, потрібно використовувати математичні методи моделювання задач для вибору альтернатив [1]. Оскільки дані, якими оперує особа, що приймає рішення (ОПР), не завжди може бути описано точно, то виникає ситуація невизначеності. Із цієї причини байєсовські мережі є перспективним математичним засобом для аналізу таких даних. Перевага використання байєсівських мереж (БМ) – у їх стійкості до неповної, неточної інформації, оскільки навіть у такому випадку отриманий результат буде відображати найбільш імовірний результат подій [2-3].

Аналіз досліджень і публікацій. У роботах [4-5] для розробки СППР при визначенні характеристик готових виробів було використано модель, яка базується на спільному використанні методу аналізу ієрархій та нечіткої математики. Компоненти, з яких складається готовий виріб, можна описати за допомогою якісних або кількісних характеристик, які можуть бути відомі або невідомі. Тому стоїть актуальне завдання, у якому, маючи набір відомих характеристик, слід визначити невідомі характеристики. У роботах [2-3, 6] автори для розв'язання таких типів задач запропонували використати мережу Байєса. Аналіз наукових публікацій показує, що БМ досить мало використовуються для прийняття управлінських

рішень на промисловому підприємстві.

Метою дослідження є розробка для ОПР моделі мережі Байєса та системи альтернатив кінцевого готового виробу для аналізу альтернатив при прийнятті найбільш ефективних управлінських рішень.

Виклад основного матеріалу. БМ являють собою графічні моделі подій і процесів на основі об'єднання деяких результатів теорії ймовірностей і теорії графів. Вони тісно пов'язані з діаграмами впливу, які можна використати для прийняття рішень. БМ представляють собою зручний інструмент для опису досить складних процесів і подій із невизначеностями. Для об'єднання окремих елементів у систему використовуються результати теорії ймовірностей. Такий граф-теоретичний підхід до побудови моделі дає можливість будувати моделі процесів на основі множини сильно взаємодіючих змінних, а також створювати структури даних для наступного створення ефективних алгоритмів їхньої обробки та прийняття рішень [7-9].

БМ представляє собою пару $\langle G, B \rangle$, у якій перша компонента G – це спрямований нециклічний граф, що відповідає випадковим змінним і записується як набір умов незалежності: кожна змінна незалежна від її батьків у G . Друга компонента пари B – це множина параметрів, що визначають мережу. Компонента містить

параметри $\Theta_{X^{(i)}|pa(X^{(i)})} = P(X^{(i)}|pa(X^{(i)}))$ для

кожного можливого значення $x^{(i)} \in X^{(i)}$ та $pa(X^{(i)}) \in Pa(X^{(i)})$, де $Pa(X^{(i)})$ позначає набір батьків змінної $X^{(i)} \in G$ [9]. Кожна змінна $X^{(i)} \in G$ представляється у вигляді вершини. Якщо розглядають більше одного графа, то для визначення батьків змінної $X^{(i)}$ у графі G використовують позначення $Pa^G(X^{(i)})$. Повна спільна ймовірність БМ обчислюється за формулою:

$$P_B(X^{(1)}, \dots, X^{(N)}) = \prod_{i=1}^N P_B(X^{(i)}|pa(X^{(i)})). \quad (1)$$

Із математичної точки зору БМ – це модель подання існуючих і відсутніх імовірнісних залежностей. При цьому зв'язок $A \rightarrow B$ є причинним, коли подія A – причина виникнення B , тобто коли існує механізм, відповідно до якого значення, прийняте A , впливає на значення, прийняте B [10].

Формула Байеса:

$$p(H_k|E) = \frac{p(E|H_k) \cdot p(H_k)}{\sum_{i=1}^n p(E|H_i) \cdot p(H_i)}, \quad (2)$$

На основі цієї формули будуються БМ [10]. У (2) H_k означає будь-яку гіпотезу з n можливих імовірностей $p(E|H_k)$ задаються експертами апріорно або розраховуються за початковими даними [10-11]. Ці ймовірності є дуже корисними, тому що, як правило, легше знайти ймовірність послідовності подій типу причина-наслідок, ніж навпаки. Значення $p(H_k)$ – апріорні ймовірності, вони визначають початкові ймовірності для всіх гіпотез. Перевага байесівського методу полягає в тому, що апріорні ймовірності можна уточнювати (оновлювати) відповідно до реалій протікання процесу, який досліджується [12]. Це дозволяє уточнювати ймовірності подій при надходженні додаткової інформації. Знаменник виразу (2)

можна розглядати як нормуючий член, що встановлює значення ймовірності між 0 та 1.

У дослідженні для кожної характеристики продукції (у нашому випадку – виробництво тротуарної плитки) було складено реєстр показників для оцінки, а потім встановлено зв'язки показників характеристик із показниками готової продукції.

Використання формул Байеса для встановлення зв'язків між умовно незалежними змінними може спростити обчислення результатів запиту й істотно зменшити кількість умовних імовірностей, які мають бути визначені. Для представлення залежності між змінними й короткої специфікації спільного розподілу ймовірностей використовується структура даних, що має назву байесівської мережі і є графом.

Для розв'язання поставленої задачі використовується оцінювання тенденцій найбільш загальних показників, що характеризують різноманітні показники характеристик готової продукції. Деякі з цих показників є детермінованими, тому що залежать від детермінованих змінних, проте більшість показників є ймовірнісними.

Для дослідження було розроблено модель мережі Байеса, вузлами якої є чинники, що впливають на характеристики готового виробу, а цільовими вузлами є безпосередньо кінцева продукція. У структуру БМ внесено якісні показники, вартісні показники, показники технічних характеристик, виробничі показники, показники укладки, які впливають на показники кінцевої продукції.

Вирішення задачі побудови БМ здійснювалося з використанням програмного середовища GeNIe 2.0. Для побудови структури зв'язків БМ використовувалися знання експерта в цій галузі. Спочатку було побудовано граф взаємного впливу факторів, потім цей граф було розширено за допомогою введення експертом візуальних зв'язків між супутніми факторами. Отриману структуру БМ представлено на рис. 1.

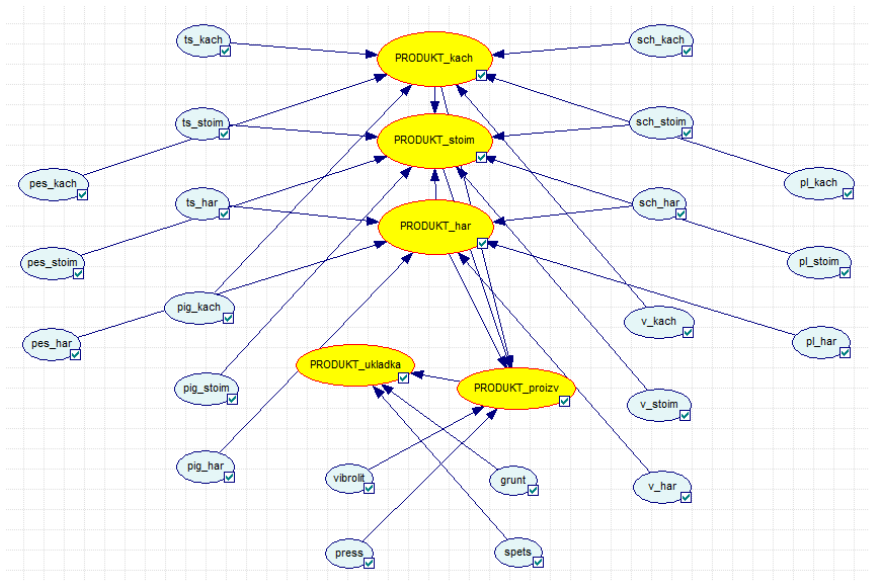


Рис. 1. Структура зв'язків байесівської мережі

Параметри байєсівської мережі були отримані за допомогою навчання з використанням тих даних, які були надані спеціалістами та експертами. Навчання здійснювалося додатком Genie-2 – інструментарієм для роботи з

байєсівськими мережами [13].

На рис. 2 наведено розподіл ймовірностей за введеними даними, які були отримані із результатів аналізів та від експертів. На рис. 3-7 відображені ймовірності розподілу за вузлами БМ.

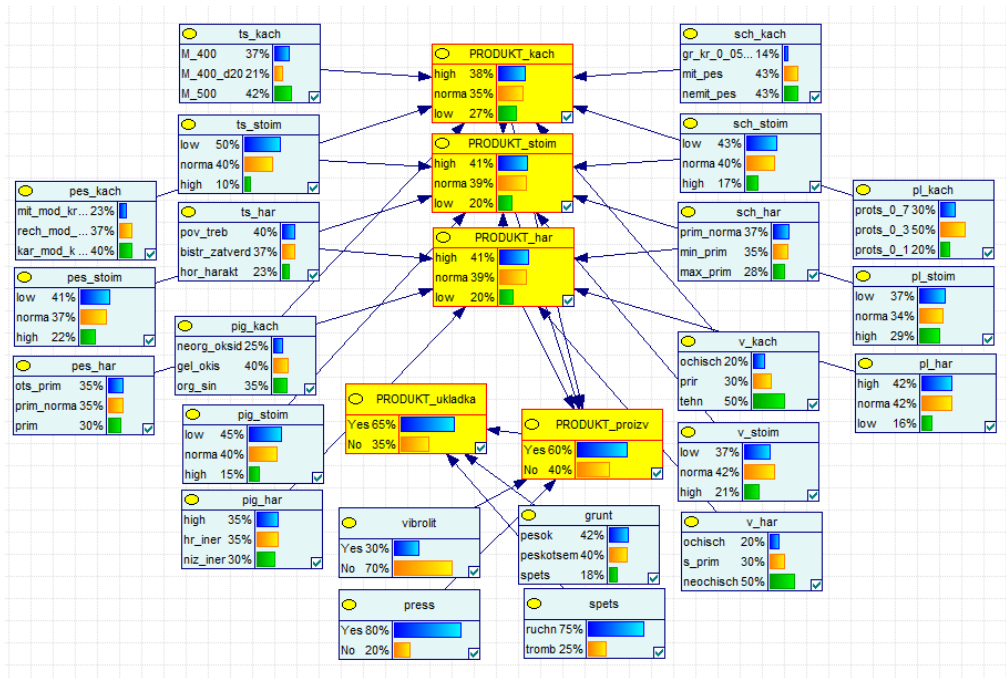


Рис. 2. Початковий стан оцінювання

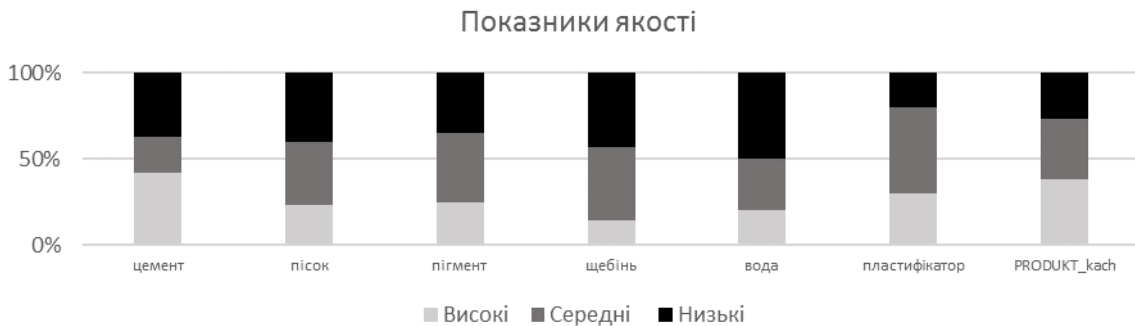


Рис. 3. Вузол БМ ПРОДУКТ_kach, який відображає рівні показників якості

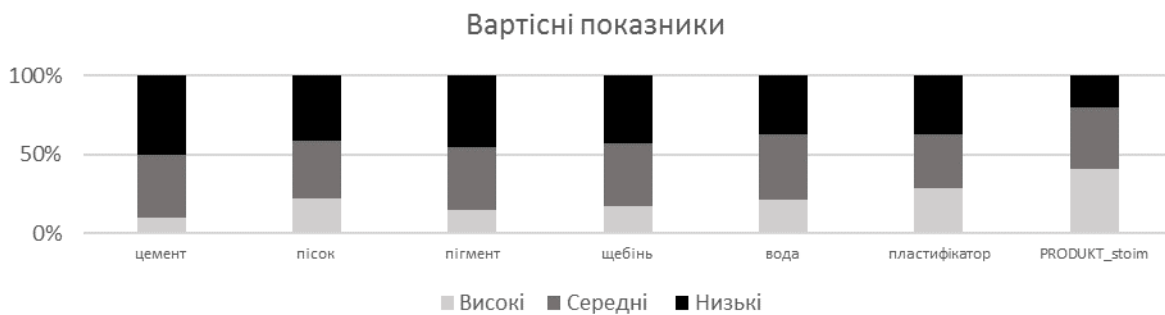


Рис. 4. Вузол БМ ПРОДУКТ_stoim, який відображає рівні вартісних показників

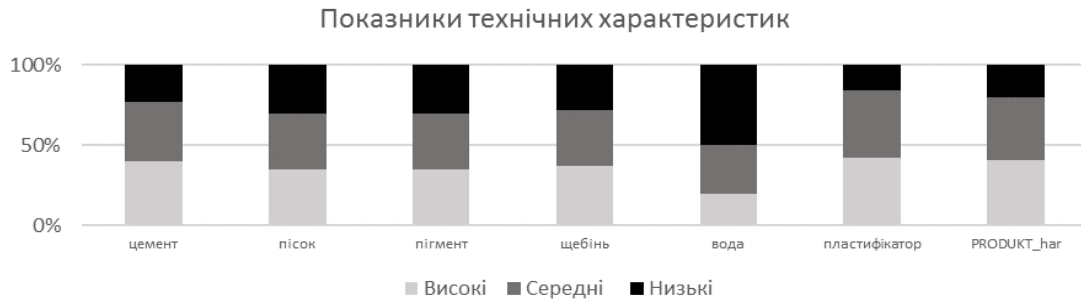


Рис. 5. Вузол БМ PRODUKT_har, який відображає рівні вартісних показників

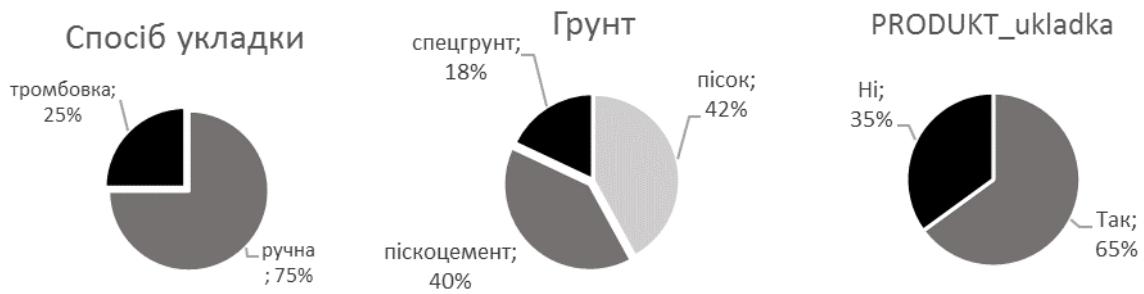


Рис. 6. Вузол БМ PRODUKT_ukladka, який відображає рівні показників укладки



Рис. 7. Вузол БМ PRODUKT_proizv, який відображає рівні показників виду виробництва

У результаті моделювання отримуємо дані, які показано на рис. 8.

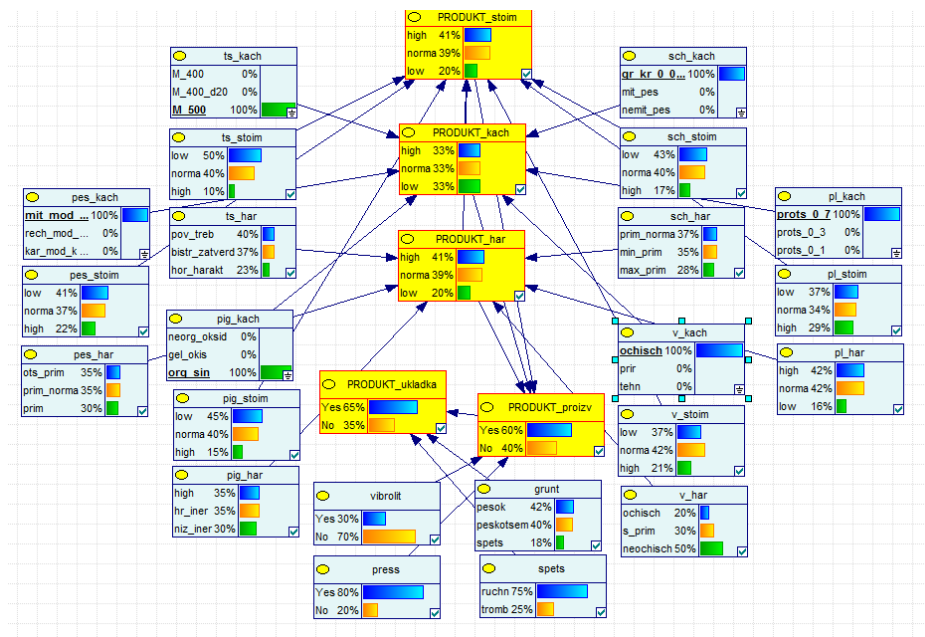


Рис. 8. Результати моделювання

Неважко помітити, що прогнози дані змінилися. При виборі низької категорії пігменту при всіх високих показниках за якістю, імовірності виходу кінцевої продукції за якістю є рівними. Такі результати дають можливість зробити певні висновки для технолога, який komponує продукцію з компонентів певної якості.

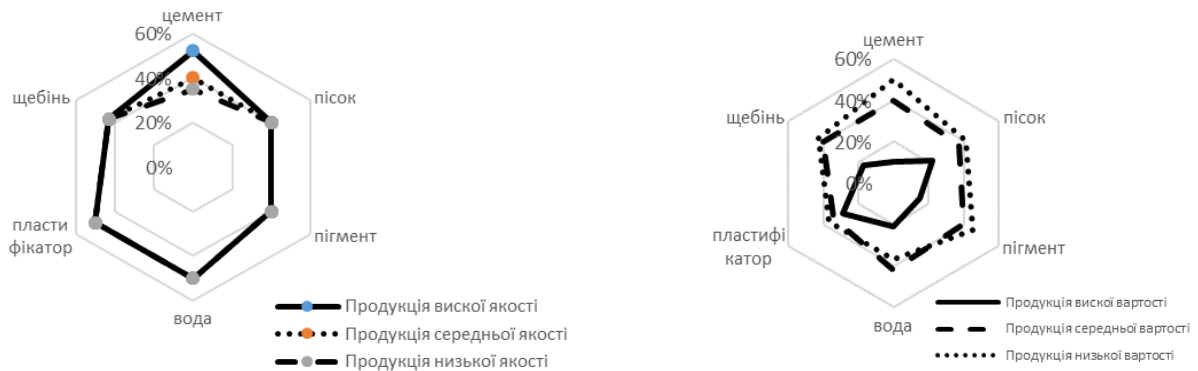


Рис. 9. Результати моделювання кінцевої продукції

Висновки. Було розроблено модель байєсівської мережі для вирішення задачі визначення характеристик кінцевої продукції. Запропонована модель дозволяє проводити оцінку продукції, спираючись не тільки на детерміновані, але й на ймовірнісні показники. Результати моделювання дозволяють зробити певні висновки щодо впливу ймовірнісних показників характеристик на

конкретні показники кінцевого виробу.

Основними перевагами використання байєсівських мереж у технологічних задачах є можливість одночасного врахування кількісних та якісних показників, динамічного надходження нової інформації, а також явних залежностей між істотними факторами, які впливають на якісні показники.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бідюк О. П. Комп'ютерні системи підтримки прийняття рішень: [навчальний посібник] / О. П. Бідюк, О. П. Гожий, Л. О. Коршевнюк. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2012. – 380 с.
2. Айвазян С. А. Байесовский подход в экономике / С. А. Айвазян. – М.: Мир, 2008. – 350 с.
3. Кафаров В. В. К вопросу моделирования и управления непрерывными технологическими процессами с помощью нейронных сетей / В. В. Кафаров, Л. С. Гордеев, М. Б. Глебов, Го Цзэньбяо // ТОХТ. – 1995. – Т. 29. – № 2. – С. 205–212.
4. Огнева О. Е. Качественные методы принятия решений при определении вида продукции / О. Е. Огнева, Ф. Б. Рогальский // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. – Херсон: ХНТУ. – 2013. – С. 373–374.
5. Rogalsky F. The applying hierarchy analysis technique for decision-making support at planning of production / F. Rogalsky, O. Ognieva, A. Kotyra // Elektronika: Miesicznik naukowo-techniczny. – Wydawnictwo SIGMA x NOT. – 2013. – P. 34–36.
6. Терентьев А. Н. Байесовская сеть – инструмент интеллектуального анализа данных / А. Н. Терентьев, П. И. Бидюк, Л. А. Коршевнюк // Проблемы управления и информатики. – К.: ИКИ НАНУ-НКАУ, 2007. – №4. – С. 83–92.
7. Cooper G. A Bayesian method for the induction of probabilistic networks from data / G. Cooper, E. Herskovits // Machine Learning, 1992. – № 9. – P. 309–347.
8. Chow C. K. Approximating discrete probability distributions with dependence trees / C. K. Chow, C. N. Liu // IEE Transactions on information theory, May 1968. – Vol. IT-14. – № 3. – P. 462–467.
9. Heckerman D. A Bayesian Approach to Learning Causal Networks, Proceedings of Eleventh Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence, Morgan Kaufmann Publishers / D. Heckerman – San Francisco: CA, 1995. – P. 285–295.
10. Бидюк П. И. Метод вероятностного вывода в байесовских сетях по обучающим данным / П. И. Бидюк, А. Н. Терентьев // Кибернетика и системный анализ. – 2007. – № 3. – С. 93–99.
11. Терентьев А. Н. Эвристический метод построения байесовских сетей / А. Н. Терентьев, П. И. Бидюк // Математические машины и системы. – К.: ТОВ «РВПК ЕКСЛИБРИС», 2006. – № 3. – С. 12–23.
12. Buntine W. L. A Guide to the literature on learning probabilistic networks from data / W. L. Buntine // IEEE Transactions on knowledge and data engineering. – Piscataway: IEEE Educational Activities Department, 1996. – Vol. 8. – № 2. – P. 195–210.
13. Описание программных продуктов для работы с байесовскими сетями [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ai.mit.edu/~murphyk/Software/BNT/bnsoft.html>.

© Огнева О. С., 2013

Дата надходження статті до редколегії 24.03.2013 р.

ОГНЄВА Оксана Євгенівна – старший викладач кафедри інформатики і комп'ютерних наук Херсонського національного технічного університету, м. Херсон.

Коло наукових інтересів: методи прийняття рішень, інформаційне забезпечення систем підтримки прийняття рішень при управлінні економіко-виробничими системами.