

INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM FOR MULTIPRODUCT PRODUCTION

O. Savchuk, A. Ladanyuk, L. Vlasenko

National University of Food Technologies

Key words:

decision support system,
neural networks, multi-
product production

Article history:

Received 16.06.2016

Received in revised form
17.07.2016

Accepted 2.09.2016

Corresponding author:

savchuk_olga@bk.ru

ABSTRACT

This article presents the task of developing intelligent system management assortment production using scenario-cognitive modeling and neural network energy-efficient control of equipment that allows you to quickly and efficiently in real-time to take the best solution for managing technological complex food production, resulting in more efficient operation. Formed functional structure of the automated control system, which takes into account the peculiarities of the individual units of the complex. The structure and algorithm of the technological complex control system operation and the results of the optimal control problem.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ БАГАТОАСОРТИМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

О.В. Савчук, канд. техн. наук,

А.П. Ладанюк, д-р техн. наук,

Л.О. Власенко, канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

У статті представлено задачу розробки інтелектуальної системи керування багатоасортиментним виробництвом із використанням сценарно-когнітивного моделювання та нейронної мережі енергоефективного керування технологічним обладнанням, яка швидко й оперативно в режимі реального часу приймає оптимальне рішення щодо керування технологічного комплексу харчового виробництва, що сприяє підвищенню ефективності функціонування. Сформовано функціональну структуру автоматизованої системи керування, яка враховує особливості функціонування окремих агрегатів технологічного комплексу. Розроблено структуру та алгоритм функціонування системи керування технологічним комплексом і наведено результати задачі оптимального керування.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, нейронні мережі, багатоасортиментне виробництво.

Постановка проблеми. Враховуючи аналіз стану багатоасортиментного виробництва, виникає необхідність вдосконалення автоматизованої системи управ-

ління шлях створення інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень, що дозволить комплексно оцінювати техніко-економічні показники функціонування технологічного комплексу багатоасортиментного виробництва з урахуванням зовнішніх факторів та формувати обґрунтовані тактики стратегічного управління в конкретній ситуації. Процес функціонування системи керування багатоасортиментним виробництвом створює знання та дані, які необхідно враховувати з метою забезпечення оптимального управління. В системі керування повинні вирішуватися задачі гнучкого формування номенклатури та планових показників виробництва, враховуючи зовнішні й внутрішні умови функціонування підприємства. Для досягнення даної мети доцільно застосовувати системи підтримки прийняття рішень, які передбачають використання алгоритмів, процедур, методів когнітивного підходу на основі нейронних мереж [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Невизначеність дій зовнішнього середовища та неповнота інформації про стан функціонування багатоасортиментного виробництва за тих чи інших зовнішніх і внутрішніх умов робить задачу прогнозування асортименту продукції частиною складного, не завжди алгоритмізованого процесу. З метою пристосування моделі до нечіткості вхідної інформації досить активно застосовується теорія нечітких множин, яка передбачає представлення кількісних значень параметрів моделі у вигляді лінгвістичних змінних, що оцінюються нечіткими термами [2]. Звичайно, теорія нечітких множин має свої недоліки, зокрема такі, як суб'єктивність при формуванні функцій належності нечітких множин.

Серед існуючих підходів до отримання інформації про складні взаємозв'язки в технологічних комплексах харчової промисловості виділяють методи експертного опитування та ідентифікації на основі пасивного та активного експерименту. Одним із таких підходів є нейроно-нечітка технологія формування лінгвістичних причинно-наслідкових оцінок [3].

Передбачається, що інтелектуальна система підтримки прийняття рішень (СППР) може бути цілком реалізована на нейронних мережах (НМ). На відміну від традиційного використання НМ для вирішення тільки задач розпізнавання і формування образів, у СППР узгоджено вирішуються такі задачі: розпізнавання і формування образів; одержання і збереження знань; оцінки якісних характеристик образів; прийняття рішень. Нейромережеве рішення поставлених завдань передбачає аналіз і здійснення найбільш продуктивних способів обробки вихідних експериментальних даних, формування навчальної й тестової вибірок, конструювання нейромережевих структур, аналіз, обробку та візуалізацію отриманих результатів [4]. Отже, сучасні вимоги до систем управління обумовлюють необхідність впровадження інтелектуальних СППР і адаптивних методів багатомірного аналізу.

Виходячи з цього, необхідним є розробка інформаційної технології для задач управління багатоасортиментним виробництвом, яка поєднувала б адаптивні методи, засновані на принципах нейромережевого й нечіткого моделювання. Реалізація цих технологій при створенні СППР є основою інформаційного забезпечення та імітаційного моделювання для автоматизованої системи управління на підприємствах харчової промисловості з багатоасортиментним виробництвом.

Для збільшення ефективності системи автоматизованого управління необхідним є: точність стабілізації технологічних змінних, що забезпечується використанням сучасних методів та алгоритмів; оптимізація технологічних режимів, перехід з одного режиму на інший; енергоощадні алгоритми; інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття рішень (ПППР), що будуються на основі експертних систем тощо.

Метою статті є розробка системи управління багатоасортиментного виробництва за рахунок використання методів когнітивного підходу на базі нейронних мереж. Для досягнення поставленої мети необхідно розробити структуру й алгоритм функціонування інтелектуальної СППР енергоефективного управління технологічним обладнанням, що враховує встановлений на основі сценарно-когнітивного моделювання економічно ефективний асортимент на добу.

Виклад основного матеріалу досліджень. Метою оптимального управління багатоасортиментного виробництва є розрахунок таких керувальних сигналів, які максимізують прибуток (мінімізують витрати), враховуючи обмеження сталих параметрів і вхідних керувальних дій. Розглянемо задачу розробки СППР на прикладі технологічного комплексу молочного заводу (ТКМЗ) для встановлення економічно ефективного асортименту на добу.

СППР включає дані, отримані в результаті когнітивного моделювання [5]. Структура та блок-схема алгоритму функціонування системи управління ТКМЗ на основі сценарно-когнітивного моделювання наведені на рис. 1 та рис. 2. Завдання нечіткої когнітивної карти (НЧК) ТКМЗ полягає в тому, щоб розрахувати економічно обґрунтований асортимент продукції ТКМЗ на наступну робочу добу.

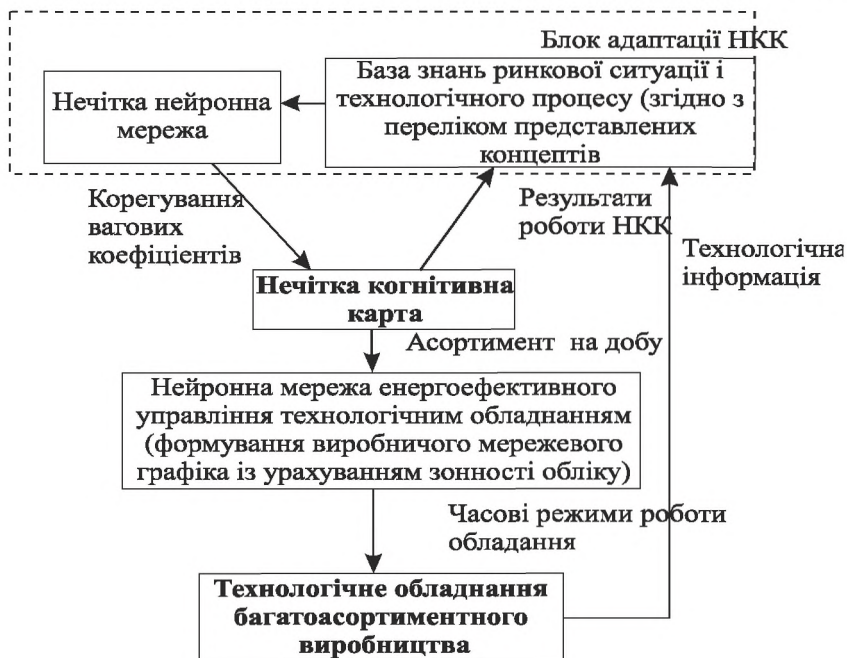


Рис. 1. Структура СППР управління багатоасортиментним виробництвом на основі використання НЧК

На початковому етапі (конструювання) на основі нечітких нейронних мереж створюється матриця взаємовпливів концептів НКК ТКМЗ.

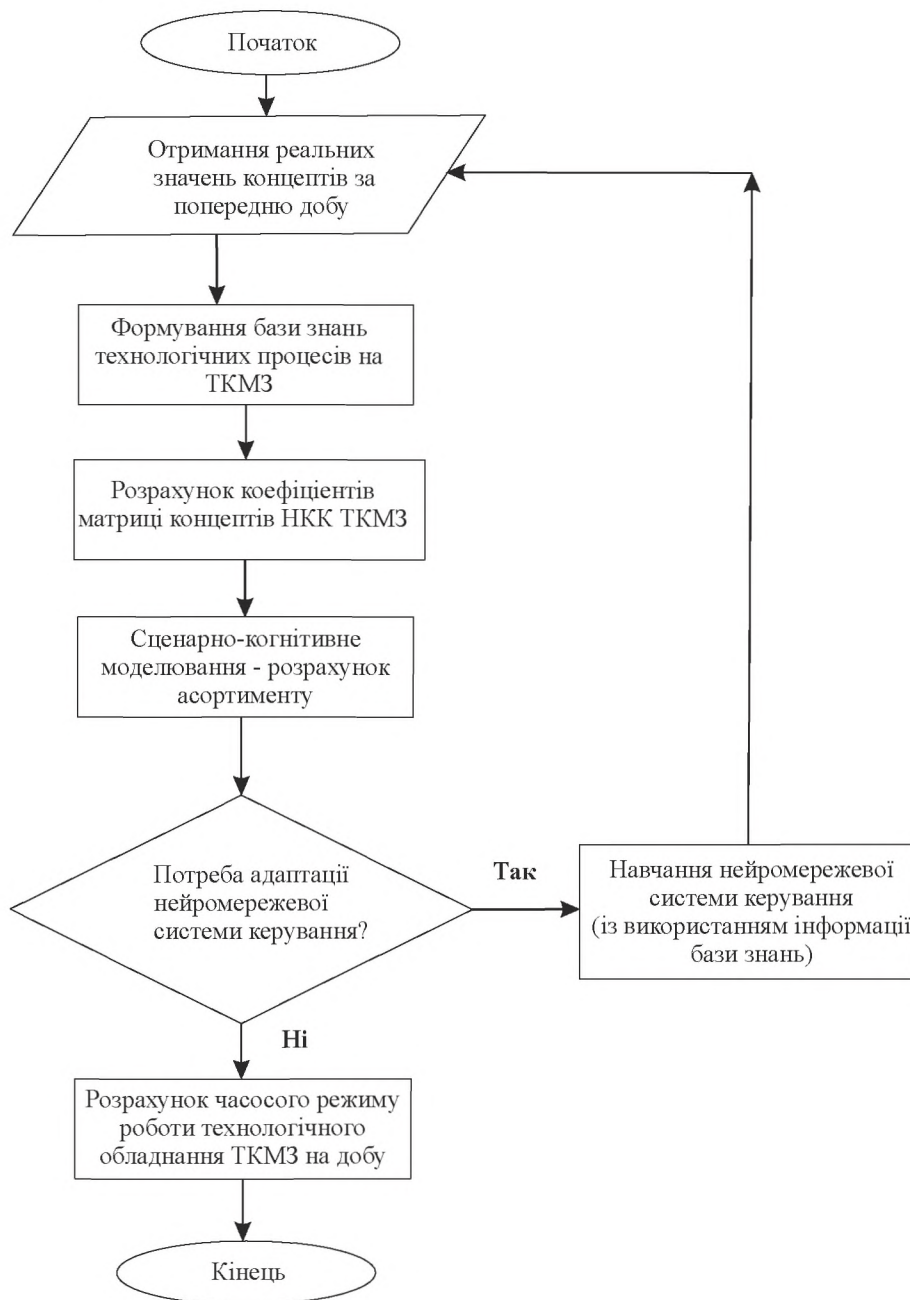


Рис. 2. Блок-схема СППР управління ТКМЗ

Сформована матриця передається у розроблену структуру НКК, де здійснюється сценарно-когнітивне моделювання функціонування підприємства, крім цього, паралельно НКК розміщується у відповідній базі даних для аналізу адекватності моделювання. На наступному етапі асортимент від НКК ТКМЗ передається у блок енергоефективного управління підприємством, де, з урахуванням зонності обліку й оплати електроенергії, формується мережева карта запуску та зупинки технологічного обладнання, яка забезпечує якісне виготовлення розрахованого НКК асортименту.

Після завершення виробничої доби, часові результати роботи технологічних ліній зберігаються у базі даних. Система також враховує кількість апаратів і потужність кожного цеху, що надає можливість в одному цеху одночасно виготовлювати різні продукти або, навпаки, для виготовлення великого об'єму одного продукту за мінімальний час задіяти декілька однотипних апаратів. Враховується також існування проміжних ємностей, де певний час з дотриманням усіх технологічних регламентів може перебувати продукт до моменту звільнення наступного технологічного апарата.

При подальшому функціонуванні (штатний режим) завжди здійснюється уточнення матриці взаємовпливів концептів НКК ТКМЗ, для цього використовується відповідна розроблена методика, яка наведена в [6] та БД. Перенавчання нейро-мережевої системи управління технологічним обладнанням виконується у випадку, якщо її функціональні характеристики не задовольняють вимоги енергоефективності [7]. Нештатні та надзвичайні ситуації програмується у модулі «Нейронна мережа енергоефективного управління технологічним обладнанням», де також передбачається забезпечення ручного керування відповідним устаткуванням ТКМЗ.

З метою забезпечення повноцінного функціонування інтелектуальної системи керування ТКМЗ створено інформаційне забезпечення у вигляді бази знань ринкової ситуації й технологічного процесу. Етапи проектування бази даних, що лежить в основі бази знань, враховують результати аналізу технологічного процесу та параметрів, які використовуються при функціонуванні НКК та нейронної мережі енергоефективного управління технологічним обладнанням.

Задачу СППР управління молочним виробництвом розділено на два етапи: сценарно-когнітивне управління із виділенням найбільш прибуткового асортименту продукції та визначення енергоефективної стратегії використання обладнання, виходячи із попередньо спланованого НКК асортименту.

СППР при розв'язанні першої задачі працює в інформаційному режимі. Тобто видає найбільш прибутковий асортимент продукції з урахуванням ринкової ситуації, вартості енергоносіїв, сезонності тощо, а остаточний асортимент продукції та її об'єм на добу затверджує головний технолог чи інженер.

При розв'язанні задачі ефективного використання обладнання на молочному заводі СППР працює в «інформаційно-порадчому» режимі: аналізує асортимент, що планується виготовити протягом наступної доби і видає рекомендації щодо визначення оптимальної послідовності виробництва. Задача ефективного використання обладнання на підприємстві вирішується впровадженням у СППР ней-

ромережевого модуля енергоефективного управління технологічним процесом (НМЕУТП). Важливим аспектом є можливість системи у процесі роботи донава-чаться, оскільки на виробництві непередбачувані, аварійні ситуації можуть виникати в будь-який момент.

На виході НМЕУТП отримуємо технологічну карту роботи підприємства на добу згідно з урахуванням заданого об'єму й асортименту продукції, тобто отримуємо найбільш енергоефективний план обробки однорідних продуктів, починаючи з виготовлення і закінчуючи розливом у пакети.

Програмне забезпечення для блоку «Нейронна мережа енергоефективного управління технологічним обладнанням (формування виробничого мережевого графіка з урахуванням зонності обліку електроенергії)» реалізовано у відповідному інтерфейсному вигляді (рис. 3). Програмне забезпечення відображає характеристики обладнання, години пуску/зупинки, а також інформацію про аварійний стан у випадку його виникнення.

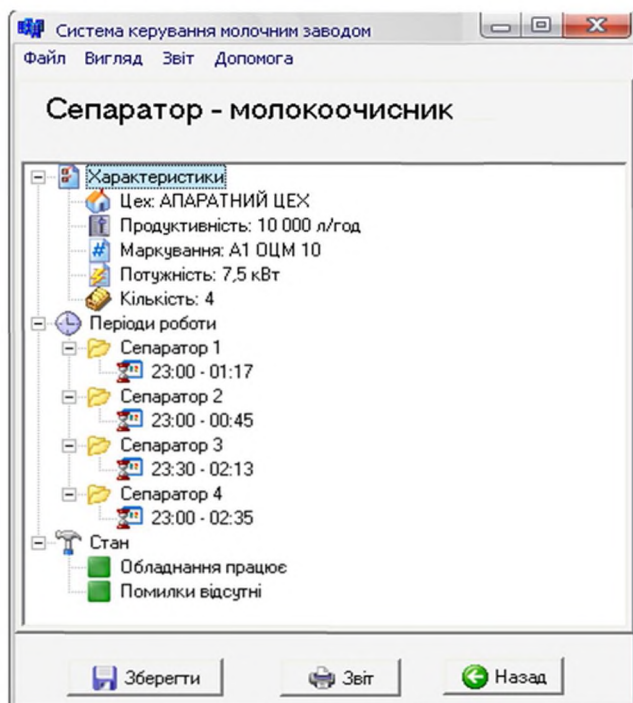


Рис. 3. Вигляд вікна програмного забезпечення блоку «Нейронна мережа енергоефективного управління технологічним обладнанням»

Для порівняння енергоефективності роботи підприємства за сценарієм, що заданий НМЕУТП та в звичайному режимі, проведено розрахунок економії електроенергії при виготовленні деяких видів продукції за тиждень. При розрахунках враховувався час роботи основних технологічних агрегатів, що задіяні у виробництві кожного продукту та їх потужність. Результати розв'язку задачі оптимального використання виробничих ресурсів молочного заводу наведені у [8].

Висновки. Отже, проведене дослідження підтверджує можливість енерго-ефективного управління технологічним обладнанням ТКМЗ на основі зонності обліку електроенергії, що безпосередньо пов'язане з функціонуванням системи автоматизованого управління, структура якої включає задачі автоматичного регулювання технологічних змінних і СППР на базі НКК.

Також сформована функціональна структура автоматизованої системи керування багатоасортиментного виробництва, яка враховує особливості функціонування окремих агрегатів.

У результаті застосування ННМ в СППР стає можливим отримання своєчасних і більш точних рішень. Це дозволить оперативно реагувати і формувати управляючі дії, розробити ефективну та раціональну технологію для вирішення мережевої задачі максимального завантаження технологічної лінії на основі запропонованого асортименту продукції, удосконалити графік запуску найбільш енергозатратного обладнання та процесів у проміжок “дешевої” енергії (без порушення технологічних вимог і добових об'ємів продукції).

Створення сучасної автоматизованої системи управління багатоасортиментним виробництвом молочної продукції є необхідним для реалізації ефективного управління в умовах невизначеності.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Тарасов, В.А.* Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: теория, синтез, эффективность [Текст] / В.А. Тарасов, Б.М. Герасимов, И.А. Левин, В.А. Корнейчук. — К.: МАКНС, 2007. — 335 с.
2. *Зігунов, О.М.* Нейромережеві моделі виявлення і розпізнавання технологічних ситуацій [Текст] / О. М. Зігунов, В. Д. Кишенько, Ю. Б. Беляев // Науково-технічна інформація. — 2013. — № 1(55). — С. 72—78
3. *Стеценко, Д.О.* Интеллектуальная обработка данных в системе автоматизованого управління технологічним комплексом брагоректифікації / Д.О. Стеценко, О.М. Зігунов, Я.В. Смітюх // Технологический аудит и резервы производства. — 2014. — Т. 2, № 1 (16). — С. 49—52
4. *Власенко, Л.О.* Ситуационно-сценарный подход для управления технологическими комплексами / Л.О. Власенко, А.П. Ладанюк // Современный научный вестник. Серия: Технические науки. Современные информационные технологии. — 2014. — № 19 (215). — С. 99—105.
5. *Савчук, О.В.* Нечеткое когнитивное моделирование в системах управления технологическим комплексом молокоперерабатывающего предприятия [Текст] / О.В. Савчук, А.П. Ладанюк, Т.М. Герасименко // Новый университет. Технические науки. — 2015. — № 1—2 (35—36). — С. 13—19.
6. *Савчук, О.В.* Розробка когнітивної моделі для аналізу функціонування технологічного комплексу молочного заводу / О.В. Савчук, А.П. Ладанюк // Технологічний аудит та резерви виробництва. — 2015. — № 4/3 (24). — С.46—50.
7. *Савчук, О.В.* Дослідження можливостей використання нейронних мереж в системі підтримки прийняття рішень / О.В. Савчук, А.П. Ладанюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2015. — №4/4 (74). — С. 15—19.
8. *Савчук, О.В.* Автоматизоване управління багатоасортиментним виробництвом молочної продукції з використанням когнітивного підходу : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.07 / Савчук Ольга Вікторівна; Нац. ун-т харч. технол. — К., 2015. — 22 с.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ МНОГООАСОРТИМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

О.В. Савчук, А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко

Национальный университет пищевых технологий

В статье представлена задача разработки интеллектуальной системы управления многоассортиментным производством с использованием сценарно-когнитивного моделирования и нейронной сети энергоэффективного управления технологическим оборудованием, что позволяет быстро и оперативно в режиме реального времени принимать оптимальное решение по управлению технологическим комплексом пищевого производства, что способствует повышению эффективности функционирования. Сформирована функциональная структура автоматизированной системы управления, которая учитывает особенности функционирования отдельных агрегатов комплекса. Разработана структура и алгоритм функционирования системы управления технологическим комплексом и приведены результаты задачи оптимального управления.

Ключевые слова: *система поддержки принятия решений, нейронные сети, многоассортиментное производство.*