

Системний підхід до синтезу раціональних варіантів автоматизованих виробничих систем

А.С. Куцик¹, М.М. Мисик²

Abstract – The system approach to synthesis of rational variants of the automated manufacturing systems is offered. The offered approach considers technological and other restrictions and provides use of an artificial neural network for identification of an optimum variant of the equipment order and optimisation of interstage buffers capacity in the course of a simulation modelling. Also it is underlined necessity of the information on actual productivity of manufacturing system for requirements formation to speed of its control system.

Keywords – manufacturing, control, system, artificial neural network, simulation, optimisation

I. ВСТУП

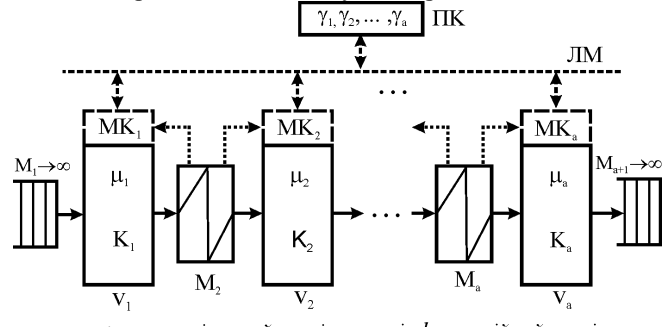
Автоматизовані виробничі системи (АВС) – автоматизовані чи автоматичні лінії (АЛ) – складні організаційно-технічні системи з недетермінованими тривалостями технологічних операцій, помилки у проектуванні яких мають надто велику вартість. Разом з тим, традиційні підходи до їх проектування [1,2] враховують далеко не всі вимоги до реальних АВС – їх варіанти, синтезовані зі застосуванням методів теорії масового обслуговування та дослідження операцій можуть виявитись непридатними для практичної реалізації через неврахування технологічних, енергетичних, екологічних та інших обмежень. Методи синтезу, які ці обмеження враховують, не беруть до уваги вплив на ефективність функціонування АВС послідовностей номінальних продуктивностей, законів розподілу тривалостей технологічних операцій та накладання втрат робочого часу.

Актуальність теми. Коректна оцінка фактичної продуктивності реалістичного варіанта АВС та оптимізація його параметрів ще на ранніх етапах проектування важлива не лише з точки зору організації виробництва, а й для формування обґрунтованих вимог до параметрів (передусім – швидкодії) їх керувальних пристроїв.

Тому завдання дослідження полягає у розробленні методики синтезу раціональних варіантів АВС, яка б мала системний характер – дозволяла б враховувати не лише параметри обладнання АВС а й технологічні, енергетичні, екологічні й інші обмеження та обов'язкову наявність системи керування для координування взаємодії основного й допоміжного обладнання – верстатів V_i та проміжних накопичувачів M_i (рис.1).

II. ПОСЛІДОВНІСТЬ СИНТЕЗУ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТА АВС

Пропонована нами методика синтезу раціональних варіантів АВС передбачає виконання двох етапів – оптимізацію послідовностей номінальних продуктивностей обладнання та оптимізацію розподілу ємностей проміжних накопичувачів (рис.2).



→ матеріальний потік; --- інформаційний потік

Рис.1. Структура АВС послідовного агрегування (ПК – промисловий комп'ютер, γ – інтенсивність обслуговування запитів, ЛМ – локальна мережа, МК – мікроконтролер, K – параметр розподілу Ерланга ($K \geq 1$), μ – інтенсивність обслуговування)

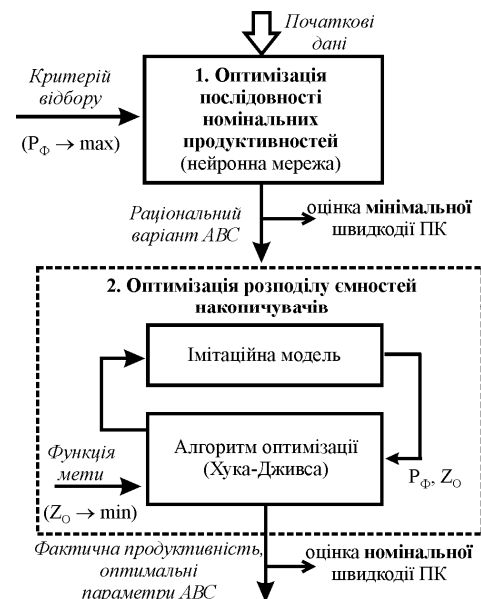


Рис.2. Послідовність синтезу раціонального варіанта АВС

На першому етапі для отримання придатних для реалізації варіантів АВС пошук здійснюється лише на множині попередньо відібраних нейронною мережею [2,3] (рис.3) варіантів, які задовільняють технологічні, технічні, економічні й інші обмеження та синтезовані

¹ Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, УКРАЇНА, E-mail: kutsyk@i.ua

² Національний лісотехнічний університет України, вул. Залізняка, 11, Львів, 79057, УКРАЇНА, E-mail: mmysyk@i.ua

прийнятими на сьогодні стандартними методами проектування АВС взагалі й АЛ зокрема за припущення, що тривалості операцій мають експоненційний розподіл та не допускається проміжне накопичення заготовок ($M_i=0$).

Вихідний сигнал кожного нейрона рівня Кохонена (рис.3) обчислюється як експоненційне середнє k-го порядку від його “зважених” вхідних сигналів. Для кожного j-го нейрона відповідно прямої та зворотної послідовностей НП експоненційне середнє запишемо у такому вигляді

$$S_{A_j} = Y_{k_j} = \left(\frac{1}{a} \sum_{i=1}^a (x_i w_{ij})^k \right)^{1/k}, \quad S_{B_j} = \left(\frac{1}{a} \sum_{i=1}^a (x_z w_{ij})^k \right)^{1/k};$$

$$z = a - i + 1. \quad (1)$$

де x_i – нормалізоване значення номера позиції верстата у лінії; i – номер позиції верстата у лінії; a – кількість верстатів у АВС (лінії); w_{ij} – нормалізоване значення номінальної продуктивності верстата на i-й позиції у лінії;

Перебором значень k ($k=1; 2$) маємо можливість змінювати вирази (1) для досягнення бажаної поведінки мережі. Виходи нейронів R_j рівня Гросберга можна обчислювати трьома альтернативними способами – як модуль різниці оцінок прямої та зворотної послідовностей НП на попередній верстві нейронів (для непарної кількості обладнання)

$$R_j = |S_{A_j} - S_{B_j}|, \quad (2)$$

та як функція від середнього значення

$$R_j = 1 - \frac{1}{2} (S_{A_j} + S_{B_j}), \quad (3)$$

або від довжини вектора, утвореного оцінками прямої та зворотної послідовностей НП, отриманих на виходах нейронів попередньої верстви

$$R_j = 1 - \sqrt{(S_{A_j}^2 + S_{B_j}^2)}, \quad (4)$$

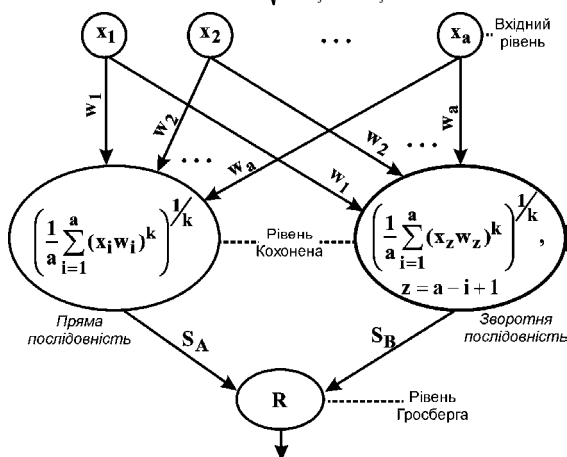


Рис. 3. Архітектура нейронної мережі для оптимізації послідовності номінальних продуктивностей обладнання АВС
У двох останніх випадках мінімальне значення R_j

вказує на найгірший варіант компоновання лінії, максимальне – на найкращий варіант.

Другим етапом оптимізації є застосування методу конфігурацій (Хука-Дживса) для пошуку оптимального розподілу ємностей буферних пристроїв за критерієм питомих зведених витрат (ПЗВ):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^a Z_{a_i} \mu_i + \sum_{i=2}^a Z_{b_i} M_i}{\sum_{i=1}^a \frac{\mu_i \rho_i}{a}} \rightarrow \min \quad (5)$$

за обмежень $a \geq 2; Z_{a_i} > 0; \mu_i > 0; \rho_i > 0; Z_{b_i} > 0; M_i \geq 0$,

де Z – питомі зведені витрати на оброблення в АЛ; a – кількість верстатів у лінії; Z_{a_i} – питомі приведені витрати на оброблення на i-му верстаті; μ_i – інтенсивність оброблення на i-му верстаті; ρ_i – коефіцієнт використання робочого часу i-го верстата; Z_{b_i} – питомі приведені витрати на зберігання в i-му накопичувачі; M_i – ємність i-го накопичувача.

У процесі оптимізації (рис.2) збільшується ємність кожного накопичувача, для якого це збільшення призводить до зменшення витрат. Критерієм зупинки пошуку є збільшення витрат зі спробою збільшення ємності кожного буферного пристрою.

III. ВИСНОВОК

Запропонований тут підхід з послідовним застосуванням інтелектуальної компоненти та оптимізації у процесі імітаційного моделювання вперше дозволяє синтезувати раціональні варіанти АВС послідовного агрегування не лише з урахуванням параметрів обладнання, але і технологічних, енергетичних, екологічних та інших обмежень.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Д.Л.Дудюк, Л.Д.Загвойська, В.М.Максимів, Л.Я.Сорока. Елементи теорії автоматичних ліній. - Київ-Львів: ІЗМН, 1998. - 192 с.
- [2] Мисик М.М. Застосування штучної нейронної мережі для оптимізації послідовностей номінальних продуктивностей обладнання автоматизованих виробничих систем // Автоматика-2009: Тези доповідей XVI міжнародної конференції з автоматичного управління, 22-25 вересня 2009р.- Чернівці: С. 35-38
- [3] Мисик М.М. Інтелектуальна компонента системи імітаційного моделювання автоматизованих виробничих систем послідовного агрегування // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2010: Матеріали міжнародної наукової конференції. Том 1.- Херсон: ХНТУ, 2010– С.104-108.