

АСК ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ У КОНТЕКСТІ НАСКРІЗНОГО АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Діордієв В. Т., Кашкар'єв А. О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Для синтезу АСК та її адаптації до виробничих умов використано математичний апарат мереж Петрі.

Постановка проблеми. Виробництво комбікормів на власній кормовій базі господарств може забезпечити відродження тваринництва України та його сталий розвиток: 60% у використанні генетичного потенціалу; не менше 50% собівартості продукції [1].

Беззаперечним є вплив рівня механізації та автоматизації технологічного процесу (ТП) виробництва комбікормів (ВК) на ефективність діяльності господарств різних форм власності, особливо при поширенні серійного обладнання для механізованого виконання технологічних операцій на всіх етапах ВК [1, 2]. Їх поєднання у цілісний технологічний комплекс (ТК) з розробкою комплексної АСК реалізується на нових проектах – “під ключ”. Це пов’язано з тим, що модернізація діючих ТК супроводжується комплексом організаційних та технічних проблем. Це обумовлено розглядом технологічного процесу ВК у контексті неперервності завантаження силового технологічного обладнання [1] або як випуск дискретного продукту [4]. Такий розгляд ТП ВК та умов роботи обладнання у складі сучасних ТК є антагоністичним.

Аналіз останніх досліджень. Сучасні ТК ВК складаються з модульного обладнання з’єднаного послідовно, яку по черзі обробляє порції компонентів, потік яких година від години, згідно рецептури, переривається та/або змінюється. Саме тому, ТП ВК необхідно розглядати як дискретний у просторі. Така модель опису є сучасні автоматизовані ТК, домінуюча кількість яких працює за порційним принципом дії.

Для розробки систем регулювання таке представлення ТП ВК є тривіальним, однак при розробці АСК він представляється доволі перспективним, оскільки дає модель придатну для оцінки ТП в цілому (ТК, господарство). Модель крізного циклу гнучкого виробництва включає декілька основних етапів і відповідним їм підсистем: дослідження, проектування, конструювання, технічної і технологічної підготовки виробництва, виробництво, контроль, складування і розподіл продукції.

Деякі чинники системного характеру, визначувані станом вітчизняної науки і техніки, ускладнюють вирішення питань реалізації гнучкого виробництва: більшість існуючих систем дослідно-експериментальні; серійно випускаються обмежена кількість фрагментів систем; неповна уніфікація устаткування, що виготовляється, і недостатньо адаптовані до умов України зарубіжні комплекти; відносно велике кількість комплектуючих компонентів в апаратурного виконання, що утрудняє фізичну інтеграцію системи; недостатня структурна гнучкість інтерфейсу в програмному та математичному забезпеченні; недостатня функціональна повнота характеристик устаткування; недостат-

ньо висока інтегральна надійність АСК в умовах виробництва.

Серед головних напрямків розробок мають бути: інтегровані системи керування, обробка інформації і підтримка рішень; перехід до систем автоматизованого інжинірингу. Аналіз аналогічних напрямів в зарубіжній практиці свідчить про створення крізного циклу гнучкого виробництва пов’язаного з АСК дискретними у просторі виробництвами.

Вирішенню поставленого завдання сприяє сучасна тенденція комп’ютеризації і гнучкої автоматизації сільськогосподарського виробництва при реалізації інтенсивних методів господарювання у ринкових умовах, в яких послідовно підвищується організаційна і технологічна гнучкість ТК ВК.

Мета статті. Обґрунтування математичного апарату АСК ТК ВК у контексті забезпечення наскрізного алгоритму керування виробництвом.

Основні матеріали дослідження. Вирішення вказаного завдання виконується на основі застосування методів математичного програмування. При такому підході різниці рівняння динаміки об’єкту є обмеженнями-рівністю завдання математичного програмування, кількість яких пропорційно сумі чисел структурних складових і тактів керування.

У випадку синтезу структури і алгоритмічної реалізації АСК процесами кормовиробництва – функціональна структура (рис. 1) визначає простір змінних (вихідних величин об’єкту і його дій, що управляють), інформаційним показником яких є вектор швидкості їх зміни. Як правило, аналіз даної інформації проводиться за допомогою методу ортогоналізації градієнтів обмежень рівності згідно процедурі Грама-Шмідта. Вказана методика дозволяє враховувати специфіку структури матриці коефіцієнтів обмежень-рівності [2].

Враховуючи ту обставину, що практична реалізація ТК ВК в умовах господарств, може розглядатися як об’єкт, що зводиться до Марківського типу, нами нижче буде приділено увагу тільки АСК, розмірність простору якої істотно менша, ніж простір аналізованої моделі виробництва кормів (рис. 1). Для цих цілей (цілей зниження розмірності простору змінних керування) використовується комбінована процедура ортогоналізації векторів, що є варіантом вказаної процедури Холесського та розгляду АСК технологічним обладнанням у контексті визначення їх загальних рис. При розгляді ТП ВК як дискретного у просторі зниження розмірності зводиться до уніфікації технологічного обладнання.

Проведений аналіз динамічних параметрів і структурно-алгоритмічної гнучкості АСК ВК показує,

що підсистема реалізує процеси керування на основі адаптивного принципу. Технологія ВК представляється у формі дискрет в часі, де вирішується завдання багатовимірною дискретного керування сталими станами. Для адаптації параметрів моделі АСК, що визначають сталі значення її виходу, нами використано апарат мереж Петрі (МП), який дозволяє формалізувати структурну ідентифікацію ТК та побудову АСК ним.

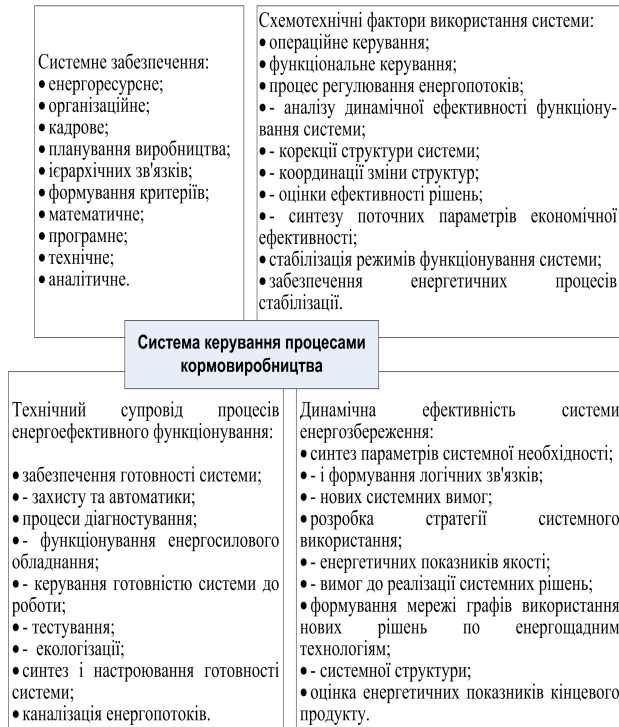


Рисунок 1 – Розгорнута функціональна структура забезпечення ефективного функціонування ТК ВК

Отже, МП дозволяють реалізувати систему модульного наскрізного програмного забезпечення, яка інтегрує взаємозв'язки і алгоритми проектування, планування, управління і одночасно паралельного (у режимі реального часу вирішення інших виробничо-економічних завдань у складі кризового циклу).

З метою контролю заданого алгоритму роботи ТК ВК або окремого етапу ТП можна протоколювати процеси за допомогою часових діаграм. Такий спосіб опису процесів, громіздкий, та має певні недоліки часового представлення процесів в асинхронних системах:

- у більшості систем необхідно враховувати стан усіх компонентів при зміні її загального стану, що робить модель та протокол громіздкими, особливо у випадках локальної зміни невеликого фрагменту мережі;
- при такому підході зникає інформація про причинно-наслідковий зв'язок між подіями в мережі;
- у асинхронних системах події можуть відбуватись у межах невиправдано великих інтервалів часу, доладно або неможливо прогнозувати більш точний час початку, кінця та тривалості події.

Пошук нових форм представлення процесів, які б були позбавлені вказаних недоліків, призвів до ідеї

формалізації процесів у вигляді структур мережевого типу. При такому визначенні процес виглядає як сукупність реалізацій подій та змін розумів мережі, пов'язаних відношеннями різного типу і задає не один часовий протокол функціонування системи, а деяку множину часових протоколів, які різняться конкретними прив'язками дій до години. Іншими словами, процес представляє собою клас еквівалентності для часових протоколів, в якому еквівалентні протоколи характеризуються схожими причинно-наслідковими відношеннями між діями та умовами, що відбиваються матрицями інцидентності та алфавітом термінальної мови.

З цією метою, спираючись на результати роботи Діордієва В.Т. [1] та Єгорова Б.В. [3] та тенденцій до об'єктного представлення ТК, нами реалізовані мережні моделі типових технологічних модулів відповідно до їх принципу дії, АСК ними їх компоновки у цілісний ТК ВК та побудови комплексної АСК (рис. 2, 3).

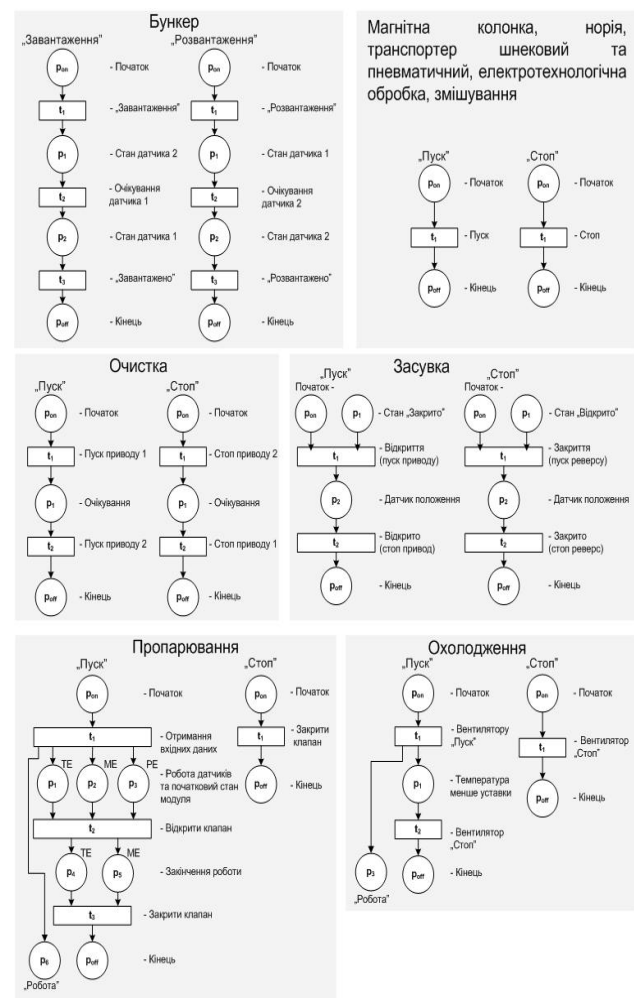


Рисунок 2 – Мережні моделі типових простих технологічних модулів для ВК

Отже, завданням комплексної АСК є координація спрацювань ТМ, з урахуванням технологічної схеми комплексу ВК, рецепту комбікорму та показань датчиків контролю якості ТП. Таку АСК можна побудувати на основі дворівневої мережної структури, що забезпечить можливість регулювання рівень деталіза-

ції та глибини протоколювання процесів за допомогою часових діаграм, а також дозволити зберегти ін-

формацію про причинно-наслідкові зв'язки між подіями в мережі.

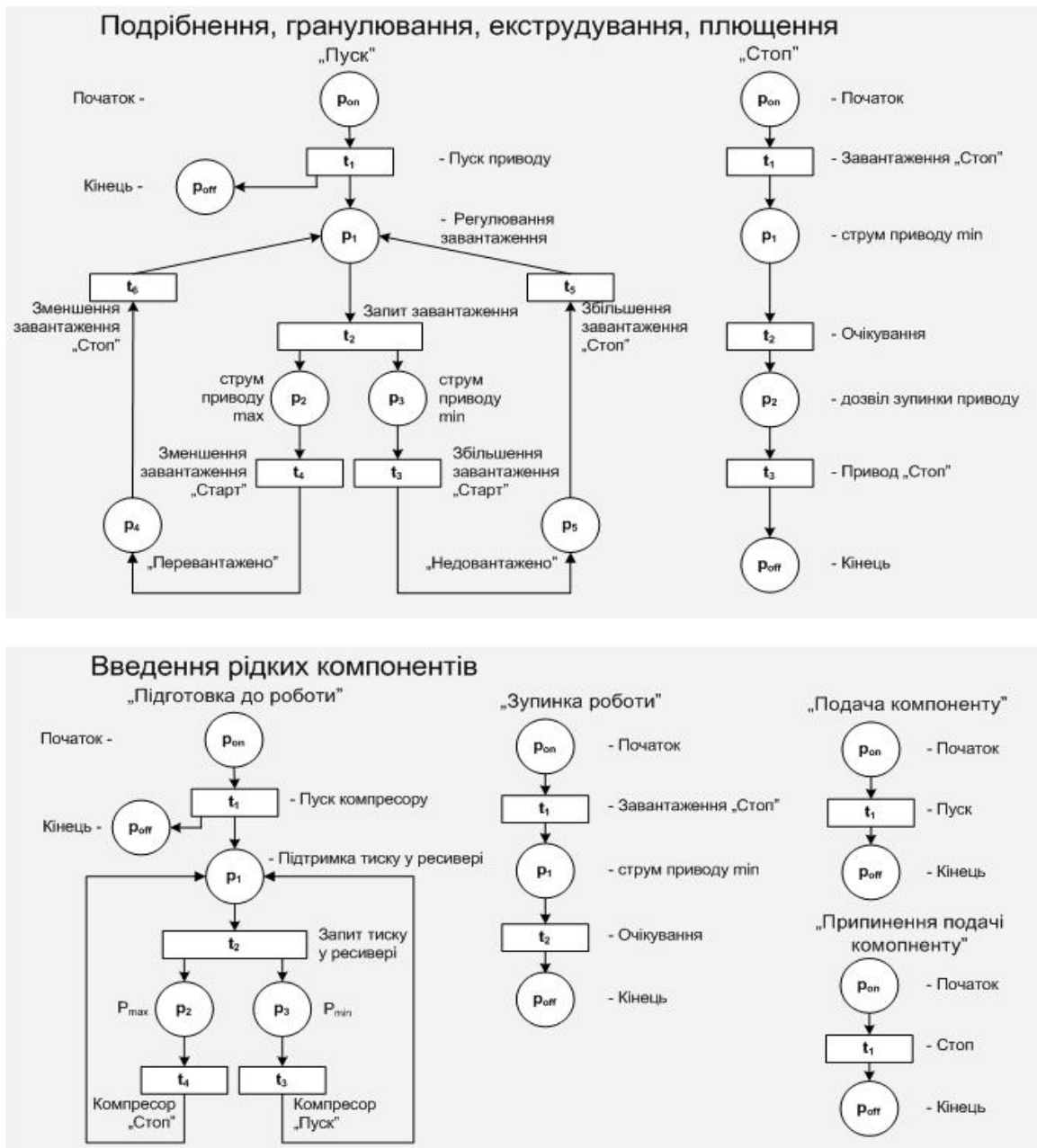


Рисунок 3 – Мережні моделі типових технологічних модулів для ВК з функцією регулювання

Керування за допомогою мережних моделей ТМ реалізується таким чином: команди на включення та відключення виконавчих механізмів, очікування та запити на отримання стану системи відповідають переходам мережі, а індикативні функції – вузли. Режимі пуску та зупинки ТМ мають різні моделі, які відповідають умовам виконання ТП. Виконання починається з надання оператором або АСК маркера (дозвіл на виконання) вузлу P_{on} ; зупинка – маркер знаходиться у P_{off} . Всі мережні моделі є ординарними та обмеженими.

Стандартні ТМ, з огляду на АСК, можна класифікувати за наявністю функцій системи керування: дискретне спрацювання виконавчих елементів без функції регулювання (рис. 2) та з регулюванням (рис. 3).

Як відомо, представлені ТМ дозволяють побудувати будь-яку технологічну схему комплексу ВК в умовах господарств. Це саме стосується і АСК ТК.

Приведені вище моделі є безпечними та не містять петель, то матрична форма матиме вигляд [4]

$$C = \|d_{i,j}\| - \|b_{i,j}\|, \quad (1)$$

де $b_{ij} = A(p_i, t_j)$, $d_{ij} = A(t_j, p_i)$ – елементи множини дуг A , $i = 1, m$, $j = 1, n$;

p , t – елементи скінченних множин позицій P та переходів T .

Це дозволяє описувати ТК ВК єдиним матричним представленням, елементи якої можуть звертатись до більш складних мереж з іншими методами побудови, відображення та виконуваних функцій.

При практичному рішенні задачі структурної адаптації необхідно прагнути до зменшення часу адаптації. В цьому випадку механізм структурної адаптації описується співвідношеннями вигляду:

$$T_{СП} \rightarrow \min; AD(m, P_0) \leq \mu_0; m \in \Omega_M^1; \quad (2)$$

$$\Omega_M^1 = \{m_k : m_k = WS(P_0, U_{k-1}, w_c)\}_{k=1}^N; m_k \in \Omega P_0$$

де $T_{СП}$ - загальний час структурної адаптації АСК виробництвом;

AD - функціонал адекватності моделі;

m - модель АСК;

P_0 - граф можливих модульних зв'язків;

μ_0 - гранично допустимий рівень ступеня адекватності моделі (вводиться в розгляд як параметр механізму структурної адаптації);

Ω_m - безліч можливих моделей системи управління;

N - число виконаних до моменту перевірки умов моделі ітерацій;

WS - оператор конструювання моделі;

m_i, w_c - набір параметрів механізму структурної адаптації;

U_k - безліч інформаційних наборів механізму структурної адаптації після k -ї ітерації.

Безліч інформаційних наборів механізму структурної адаптації визначається рівнянням

$$U_k = (M_k, VM_k, AL_k, I_k, A_k, GR_{Dk}), \quad (3)$$

де M_k, VM_k - набір раніше створених моделей та програмних модулів;

AL_k - набір елементів моделей;

I_k - набір інформаційних структур;

A_k - набір алгебраїчних алгоритмів;

GR_{Dk} - документація.

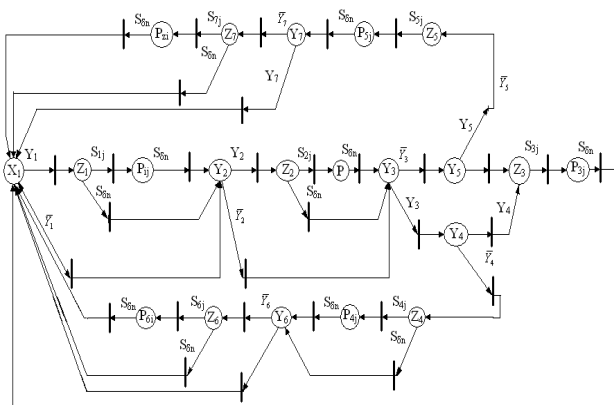


Рисунок 4 – Структурна адаптація АСК ТП: X, Y – вхідна та вихідна інформаційні складові; P – набір ознак моделі; Z – передатна функція дискретної системи; S – оператор адекватності результатів моделювання

Практична реалізація завдання структурної адаптації як реалізація механізму структурної адаптації з урахуванням ітеративного процесу і моделі інформаційної структури системи стосовно моделі системи проводиться на основі МП (рис. 4).

На підставі наявного набору характеристик об'єкту керування визначається набір необхідних властивостей, яким повинна задовольняти модель АСК і в результаті виконання яких відбувається процес вибору моделі.

Висновок. МП у запропонованій методиці синтезу АСК та її адаптації до виробничих умов забезпечують спрощене матричне відтворення пропонованих алгоритмів із фіксованою розмірністю простору змінних без втрати гнучкості та функціональності АСК ТК ВК.

Список використаних джерел

1. Діордієв В. Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК: Навчальний посібник/ В. Т. Діордієв // МОН України. – Сімферополь: ДОЛЯ, 2004. – 138 с.

2. Диордиев В. Т. Особенности малогабаритных комбикормовых установок как системотехнических комплексов / В. Т. Диордиев, А. А. Кашкарев // Научный вестник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - Вип. 1, Том 1. – Режим доступу: www.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau/2011_1/11dvtasc.pdf.

3. Егоров Б. В. Эволюция комбикормовых технологических систем / Б. В. Егоров // Хранение и переработка зерна, - № 7, - 2008. – С. 33-42.

4. Зайцев Д. А. Математичні моделі дискретних систем: Навч. посібник / Д. А. Зайцев. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2004. – 40 с.

Аннотация

АСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ В КОНТЕКСТЕ СКВОЗНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Диордиев В. Т., Кашкарев А. А.

Для синтеза АСУ и ее адаптации к условиям производства использованы сети Петри.

Abstract

ACS COMPLEX MIXED FODDER PRODUCTION IN THE CONTEXT CROSS-CUTTING OF ALGORITHM PRODUCTION MANAGEMENT

V. Diordiev, A. Kashkarov

Petri nets are used for the synthesis of ACS and its adaptation to conditions of production.