

АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИМИ КОМПЛЕКСАМИ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ НА ОСНОВІ МЕРЕЖ ПЕТРІ

Діордієв В.Т., к.т.н., професор

Каишкар'єв А.О., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.: 0619-42-57-97

Пропонується спосіб підвищення ефективності експлуатації організаційно-технічних комплексів виробництва комбікормів за рахунок удосконалення автоматичної системи керування на базі об'єктно-орієнтованої декомпозиції технологічних процесів.

Постановка проблеми та її актуальність. Світове виробництво продуктів тваринництва зростає в середньому на 1% на рік [10]. Крім того, в умовах економічної кризи гостро стоїть питання скорочення витрат і підвищення продуктивності тварин, що нерозривно пов'язано з ефективним годуванням худоби. 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 [4].

Становлення тваринництва та його сталий розвиток неможливий без розвитку ділянок (цехів) виробництва комбікормів (ВК) в умовах господарств [3]. Певна увага впливу якості кормів на собівартість продукції тваринництва приділена у проекті Концепції комплексної державної програми реформ та розвитку сільського господарства України, у Комплексній державній програмі енергозбереження України (економія паливно-мастильних матеріалів - 5% собівартості комбікормів). Врахування наведеного матеріалу, вимагає розгляду ВК в умовах господарств на власній кормовій базі з використанням автоматизованих організаційно-технічних комплексів (ОТК) як один з головних шляхів покращення стану галузі.

При виконанні досліджень за даним напрямком необхідно враховувати результати наукових робіт Сироватка В.І., Хобіна В.А., Гіруцького І.І., Храмцової Н.П., Чаусова С.В. та інших учених, а також фізико-механічні властивості компонентів комбікормів та готової продукції, різноманіття технологічних схем, характер ієрархічних зв'язків між технологічними операціями та обладнанням, а також їх режими роботи та умови експлуатації. Поставлені задачі нами вирішено у контексті модульного проектування ТК та автоматичної системи керування (АСК) ним з урахуванням можливостей сучасних засобів автоматизації. Це дозволить забезпечити уніфікованість систем керування, спростити виконання модернізації технологічної схеми та узгодження із схемою керування. Отже, відповідно до пріоритетних завдань аграрної науки України та концепції наукового забезпечення установами Української Академії аграрних наук

розвитку галузей агропромислового комплексу України в 2011-2015 роках, дослідження питання організації АСК, обґрунтування і розробка алгоритмічного забезпечення ОТК ВК, інформаційних функцій та їх впровадження - є доцільною та актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В результаті аналізу типового технологічного обладнання [3, 6, 10] доцільно акцентувати увагу на модульній будові ТК (рис. 1). Сучасні стаціонарні ТК ВК проектується за порційно-періодичним принципом дії та мають дискретний режим роботи електросилового обладнання або такий, який можна звести до нього. Резюмуючи даний етап досліджень, доцільно відзначити спрощення технологічних схем та забезпечення випуску широкого асортименту комбікормів, уніфікацію налагодження та експлуатацію АСК при використанні «дешевих» індивідуальних інжинірингових рішень, але це зменшує надійність, керованість та інформативність АСК. На наш погляд, останнє обумовлено розглядом технологічного процесу ВК у контексті безперервності завантаження силового технологічного обладнання або як випуск дискретного продукту [9]. Такий розгляд ТП ВК та умов роботи обладнання у складі сучасних ТК є антагоністичним.

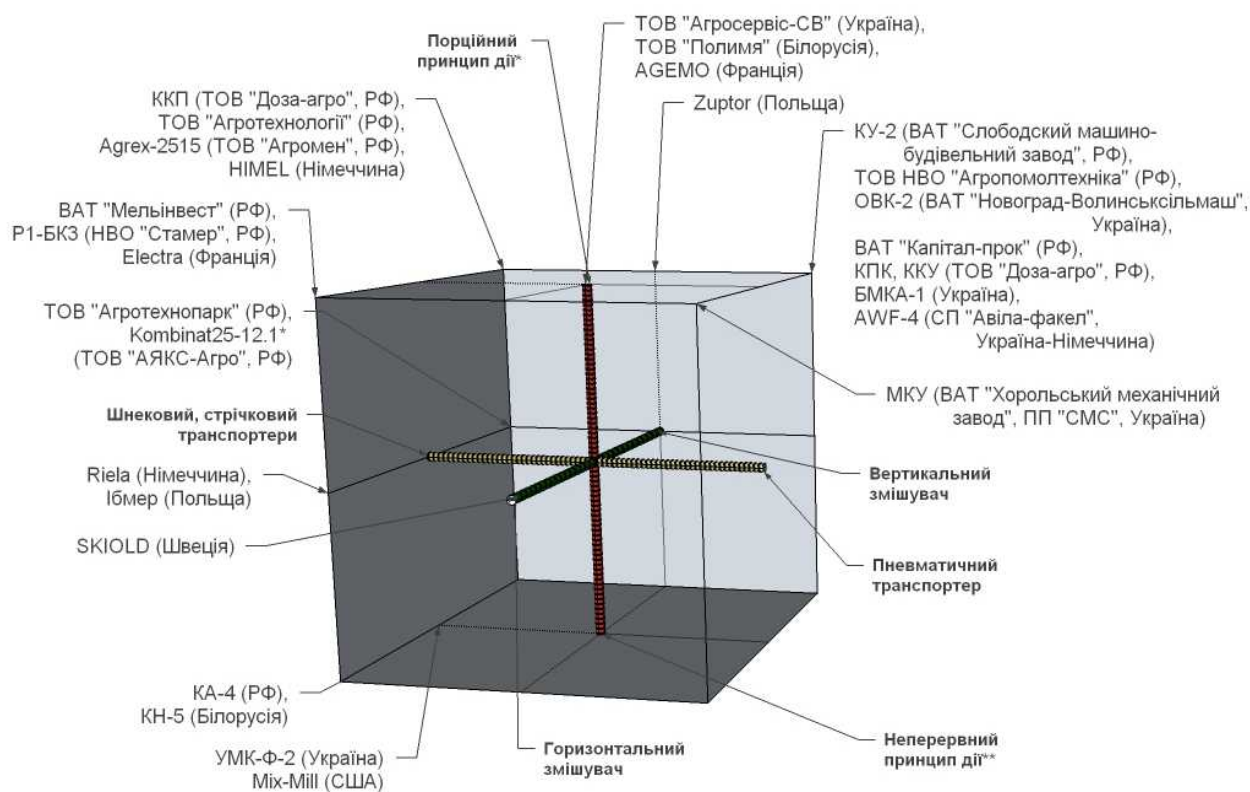


Рис. 1. Класифікація ОТК для ВК в умовах господарств АПК продуктивністю до 5 т/год за основними технологічними елементами та принципом дії

Отже, апіорне обмеження гнучкості АСК на сучасній елементній базі обумовлено розглядом ТП ВК у контексті безперервності завантаження силового технологічного обладнання. Для розробки систем регулювання таке представлення ТП ВК є тривіальним, однак при розробці АСК воно представляється доволі перспективним, оскільки дає модель придатну для оцінки ТП в цілому.

Додає актуальності даного напрямку досліджень сучасна тенденція комп'ютеризації та автоматизації сільськогосподарського виробництва при реалізації інтенсивних методів господарювання у ринкових умовах, в яких послідовно підвищується організаційна і технологічна гнучкість ТК ВК [1].

Мета статті. Засобами інформаційного забезпечення організаційно-технічного комплексу виробництва комбікормів в умовах господарств розширити функції спостереження системи керування.

Основні матеріали. В основу досягнення поставленої мети покладена гіпотеза, згідно якої за рахунок розроблення автоматизованої системи керування процесами в ОТК ВК на основі еталонної мережної моделі, а також реалізації функції спостереження можливо забезпечити підвищення якості продукції, знизити питомі витрати енергії та сировини, із запобіганням виникнення аварійних ситуацій [2, 9].

Підтвердження доцільності даної гіпотези та перспективність цього напрямку досліджень підтверджується проведенням аналізом чинників зниження ефективності виробництва комбікормів на ОТК (рис. 2) та функціональних особливостей АСК ними в умовах господарств АПК (рис. 3).

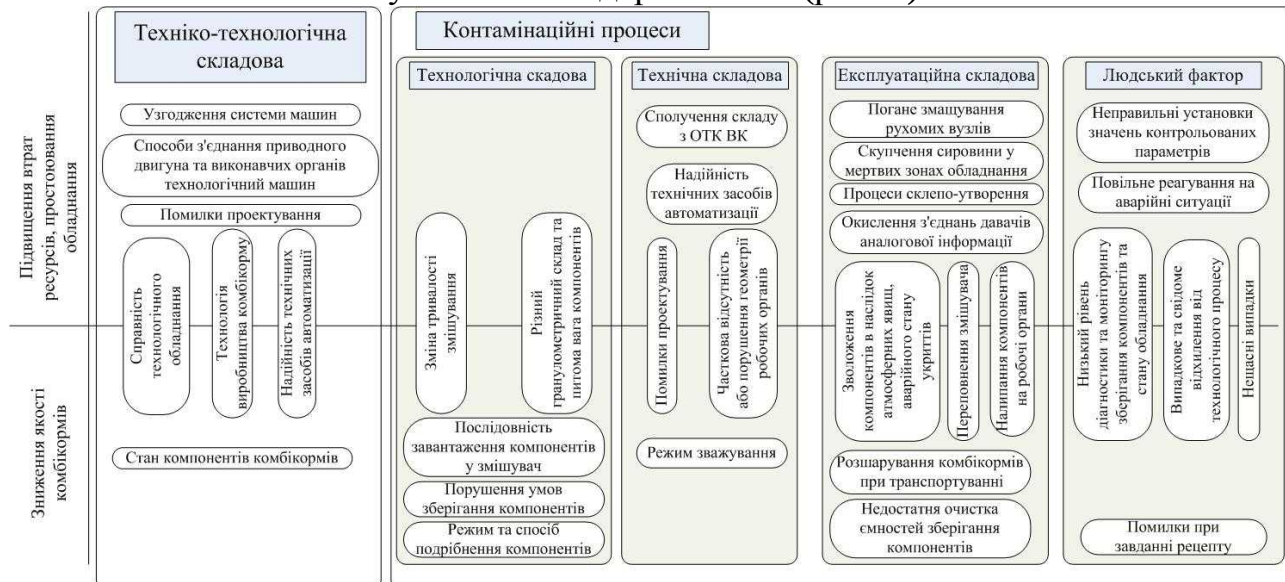


Рис. 2. Причини зниження якості комбікормів, вироблених в умовах господарств на власній кормовій базі

Співставлення отриманих структур дозволяє відзначити пріоритет експлуатаційних функцій не тільки у контексті експлуатаційних показників, а ще й у розрізі кількісно-якісних характеристик готового продукту.

Узагальнені особливості ТК ВК як ОТК включають як технічні компоненти, так і безпосередньо персонал (рис. 4) [4]. Основу складає операційна система, яка забезпечує відповідно до свого призначення вирішення необхідних технологічних завдань по виробництву: енергія, матеріали (сировина, запчастини, програмне забезпечення (ПЗ) і т.п.) і робоча група персоналу (особи, що приймають рішення – ОПР).

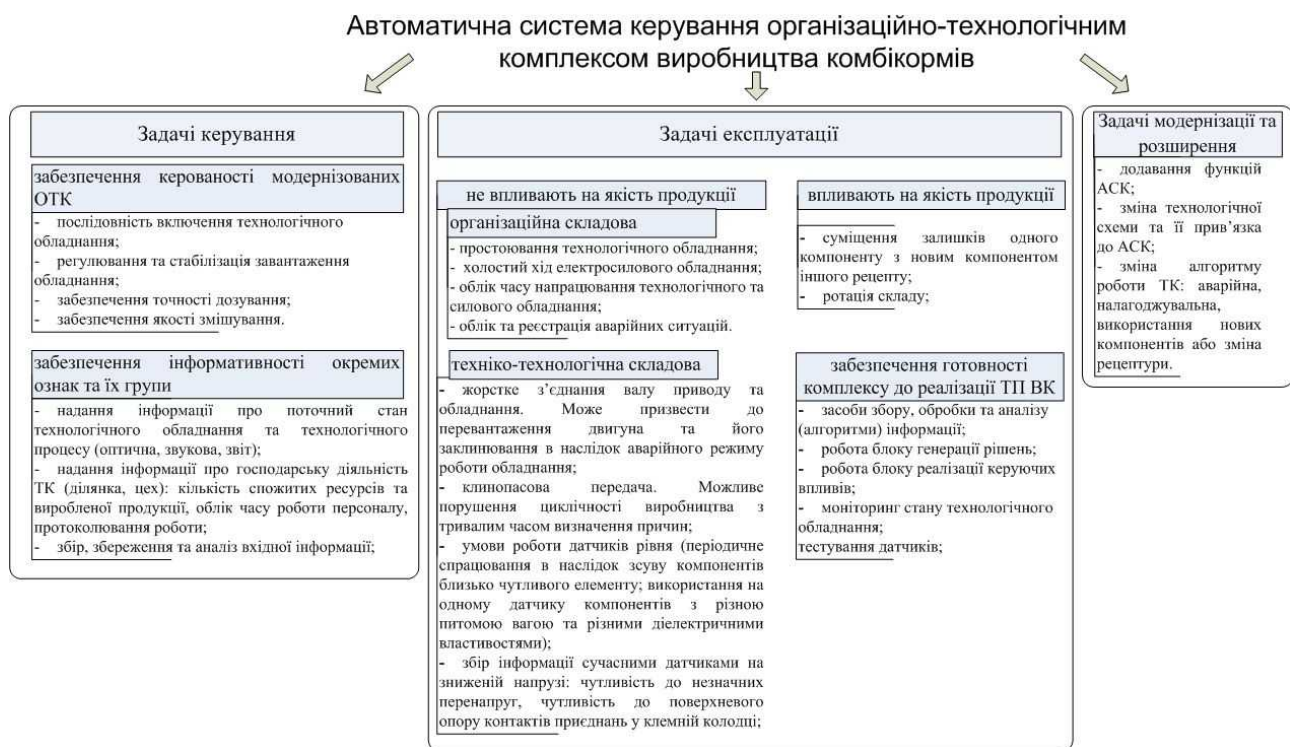


Рис. 3. Проблематика використання АСК у задачах ВК

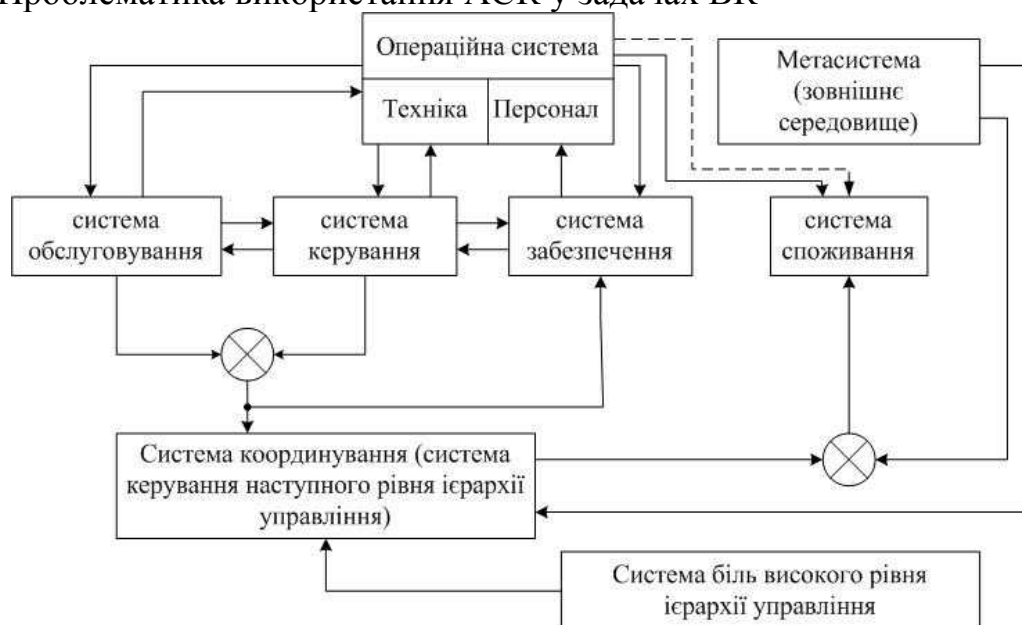


Рис. 4. Системотехнічний комплекс МКУ. Базова функціональна структура

Інформаційні (суцільні лінії) і матеріально-енергетичні (пунктирні лінії) зв'язки в сукупності складають підсистему комунікацій (матеріальних, інформаційних, технічних, і що найважливіше – енергетичних), основне завдання якої полягає у переміщенні однотипних елементів і зв'язку між ними з можливим їх перетинанням, поєднанням та обміном енергоресурсів і енергопотоків.

Основною метою подальших досліджень є концептуальний розгляд АСК на підставі аналізу методів математичного представлення ТП ВК у контексті проектування, експлуатації АСК ОТК та її функціонального забезпечення з метою забезпечення керованості автоматизованих ТК ВК та реалізації функцій моніторингу АСК. Це дозволить формалізувати методику оцінки поточного

стану технологічного процесу виробництва комбікорму на ТК під час його експлуатації при організації АСК ТП на базі сучасних засобів збору та обробки інформації, як у випадку оцінки стану технічної системи на основі вимірювань.

На етапах отримання експериментальних даних та їх обробки необхідно використовувати сучасні технічні засоби. Вхідною інформацією є:

- АСК: структура ТК, його ТС, проектний граф та матричне представлення мереж Петрі;

- інформаційні функції АСК: час, тривалість і періодичність початку та закінчення роботи відповідних виконавчих механізмів, а також спрацювання вимірювальних пристроїв (положення, рівня); напруга живлення комплексу;

Вихідною інформацією є: графічне і аналітичне представлення масивів інтервалів часу роботи виконавчих механізмів та спрацювань вимірювальних пристроїв; завдання керування.

Нами використане матричне представлення мереж Петрі [4, 9], що дозволило реалізувати додаткові функції спостереження при проектуванні та експлуатації АСК ТП виробництва комбікорму на ТК в умовах господарств АПК мережі для контролю та аналізу часу спрацювань виконавчих механізмів та датчиків - таймінгу. Пропозиція ґрунтується на припущенні наявності інформативності спрацювання технологічного обладнання та датчиків, яка у нормальному режимі експлуатації ТК, з урахуванням властивостей компонентів комбікормів, відрізняється статистично незначуще [5].

З метою контролю заданого алгоритму роботи ТК ВК або окремого етапу ТП, як правило, процеси протоколюються за допомогою часових діаграм. Такий спосіб опису процесів, по-перше, громіздкий, а по-друге, має певні недоліки часового представлення процесів в асинхронних системах [7, 8], пов'язаних із моніторингом системи, обробкою даних та втратою причинно-наслідкового зв'язку між подіями в мережі.

Пошук нових форм представлення процесів, які б були позбавлені вказаних недоліків, призвів до ідеї формалізації процесів у вигляді структур мережевого типу [4]. 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 часу – мереж Петрі (МП) [8]. У даному випадку процес представляє собою клас еквівалентності для часових протоколів, в якому еквівалентні протоколи характеризуються схожими причинно-наслідковими відношеннями між діями та умовами, що відбиватиметься матрицями інцедентності та алфавітом термінальної мови [6, 7].

З цією метою, спираючись на відповідні дослідження [3, 4] та тенденцій 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. 5, 6).

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

глибини протоколювання процесів за допомогою часових діаграм, а також дозволити зберегти інформацію про причинно-наслідкові зв'язки між подіями [9].

Керування за допомогою мережних моделей ТМ реалізується таким чином [9]: включення та відключення виконавчих механізмів, очікування та запити на отримання стану системи - переходи мережі; індикативні функції – вузли. Робота ТК починається з надання оператором або АСК маркеру (дозвіл на виконання) вузлу P_{on} ; зупинка – маркер знаходиться у P_{off} . Всі мережні моделі є ординарними та обмеженими.

Стандартне технологічне обладнання [3], з огляду на АСК, можна класифікувати за наявністю функцій системи керування: дискретне спрацювання виконавчих елементів без функції регулювання (рис. 4) та з регулюванням (рис. 5). На основі представлених моделей можна побудувати будь-яку технологічну схему комплексу для ВК в умовах господарств. Це саме стосується і АСК ТК.

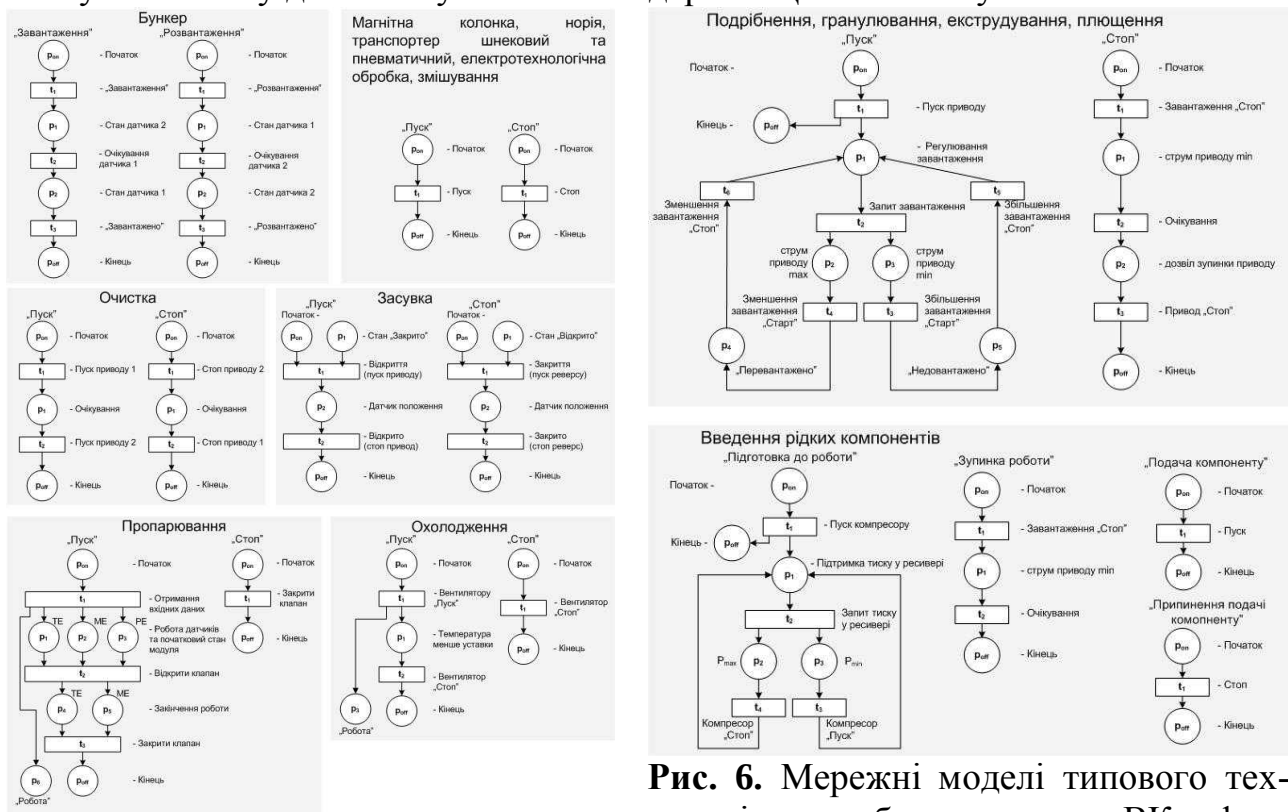


Рис. 5. Мережні моделі типового технологічного обладнання для ВК

Рис. 6. Мережні моделі типового технологічного обладнання для ВК з функцією регулювання

Приведені вище моделі є безпечними та не містять петель, то матрична форма матиме вигляд [7]

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

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

На прикладі ТК ВК УМК-Ф-2, яка відрізняється, від свої аналогів тим, високим рівнем механізації та автоматизації основних та допоміжних операцій, та призначена для випуску комбікормів на власній кормовій базі господарства із закупленими біологічними та вітамінними добавками [3]. Вибір даного ТК обумовлений широким асортиментом рецептури комбікормів.

Враховуючи технологічну схему ВК на ТК УМК-Ф-2 та вище викладений теоретичний матеріал будуємо МП, яка відображає алгоритм реалізації ТП ВК, без використання структур складних переходів (рис 5, 6). Розроблена дворівнева модель ТП ВК (рис. 7, 8) забезпечує керуваність АСК.

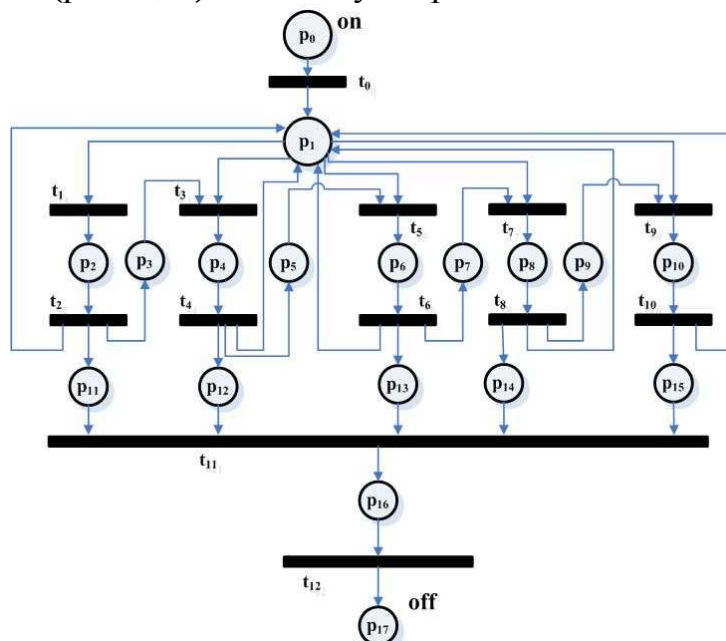


Рис. 7. Модель 2-го рівня ТК ВК УМК-Ф-2, яка побудована у МП

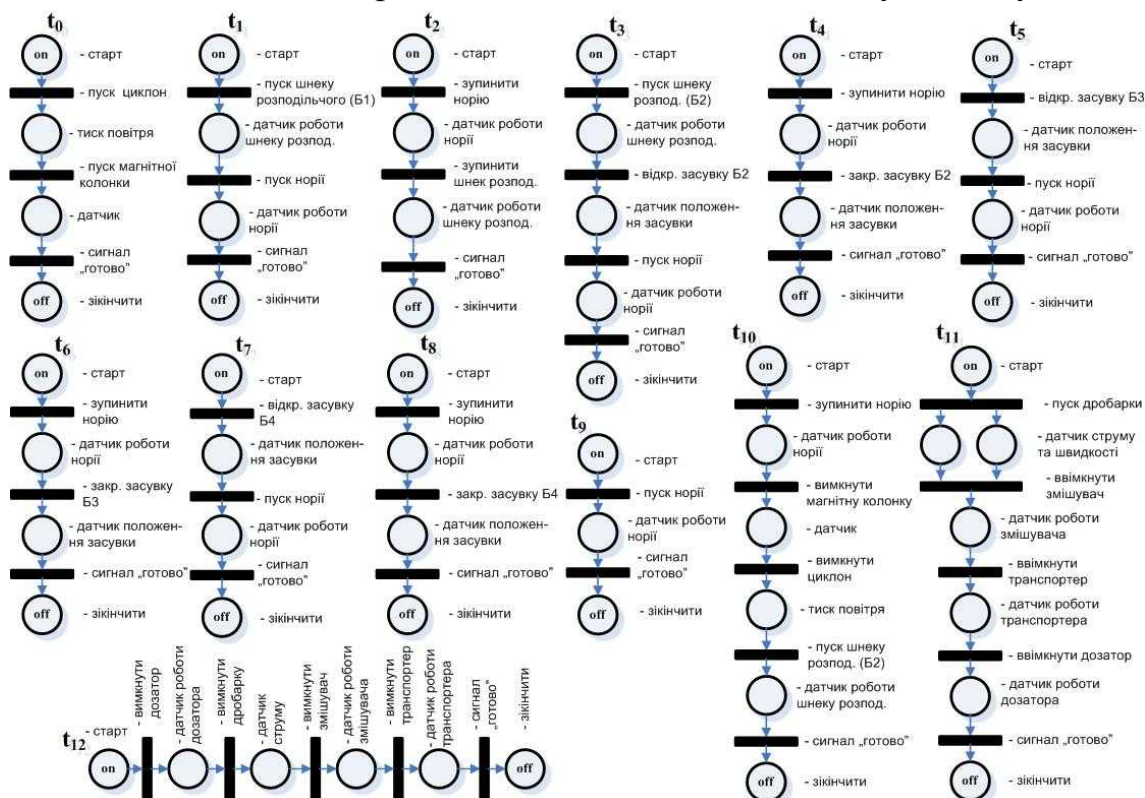


Рис. 8. Внутрішня структура складних переходів моделі серійного ТК ВК

Враховуючі, що отримана модель 2-го рівня (рис. 8) не має петель, то матричне представлення мережі (2) формується за (1).

У побудованій моделі (рис. 7) всі переходи $t_0...t_{12}$ є складними. Фізичне значення вершин: p_0 та p_{17} – початок та закінчення ТП; p_1 – дозвіл завантаження 1-го бункеру p_2 , послідовність яких визначена внутрішнім алгоритмом p_3, p_5, p_7, p_9 ; p_2, p_4, p_6, p_8 і p_{10} – сигнали завантаження бункерів від датчиків верхнього рівня; $p_{11}-p_{15}$ – буферна інформація від датчиків верхнього рівня про наповненість бункерів; p_{16} – виконання ТП подрібнення, змішування та транспортування комбікорму. Матричне представлення мереж даної моделі та початкова розмітка при наявності дозволу на виконання ТП ВК матиме вигляд, котрий візуально є малоінформативним, але саме така форма представлення мереж використовується для оцінки стану ТК та аналізу вхідних даних.

$$C = \begin{matrix} & p_0 & p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & p_5 & p_6 & p_7 & p_8 & p_9 & p_{10} & p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} & p_{16} & p_{17} \\ \begin{matrix} t_0 \\ t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ t_5 \\ t_6 \\ t_7 \\ t_8 \\ t_9 \\ t_{10} \\ t_{11} \\ t_{12} \end{matrix} & \begin{vmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 \end{vmatrix} \end{matrix} \cdot (2)$$

Енерготехнологічна загальносистемна ефективність ТК ВК як ОТК в значній мірі залежить і від ефективності динамічного функціонування (рис. 9), найважливішою характеристикою якої є показник повноти використання матеріально-технічних ресурсів (ПВР) [4]. Такий показник може бути визначений на основі процесів кругообігу речовин, що беруть участь в технологічному процесі і процесах, що його забезпечують і представлений у вигляді математичної залежності наступного вигляду:

$$\psi = \frac{\sum_i \tau_i m_i}{(\sum_i \tau_i m_i + \tau_i^* m_i')} = \frac{\sum_i \eta_i Q_i}{\sum_i Q_i}, \quad (3)$$

де Q_i , η_i - відповідно кількість енергії, що витрачається, і коефіцієнт її використання в i -тої фази процесу;

τ_i^* , τ_i - розрахункова і фактична тривалість i -тої фази процесу.

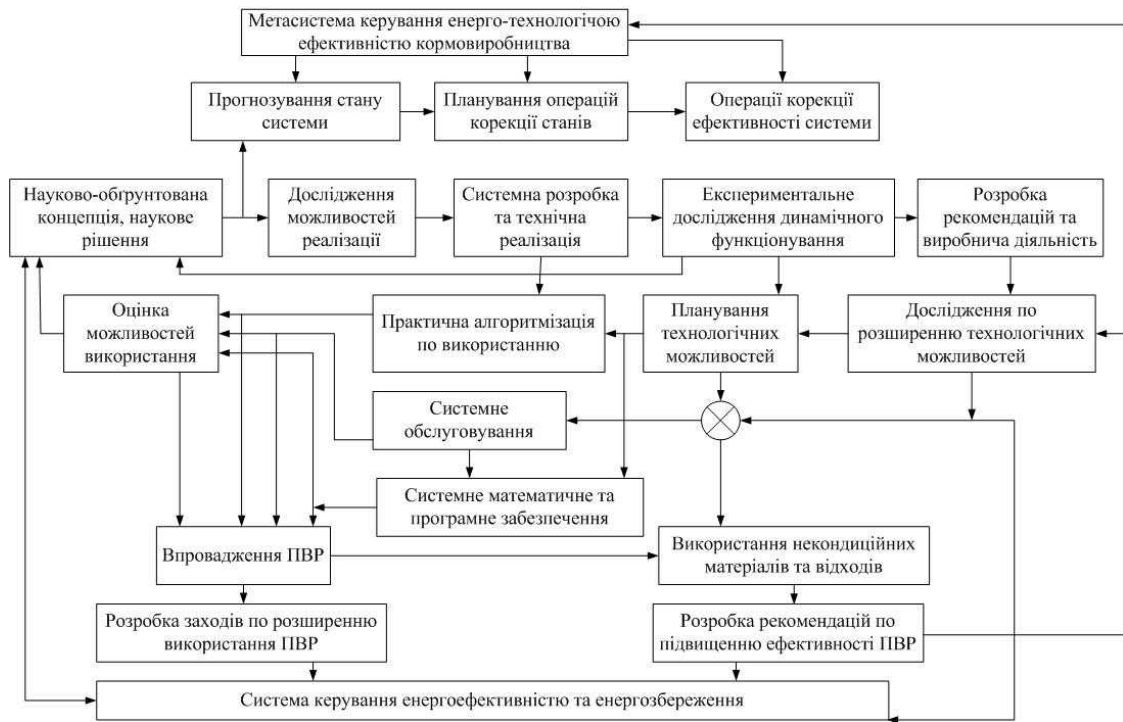


Рис. 9. Загальносистемна технологічна і енергоекономічна ефективність ТК ВК як ОТК. Схема структурна

Вказаний коефіцієнт з урахуванням ПВР і відходів відповідно до [] може бути представлений у формі співвідношення:

$$\Psi = \frac{T(M - \Delta M - 0,5G\xi_m)\bar{\eta}}{T^*}, \quad (4)$$

де $G = \sum_i g_i$ - загальний об'єм ПВР і відходів;

$M' = \sum_i \Delta m_i$ - частка ПВР і негодящих матеріалів за цикл технологічного процесу;

$0 \leq \xi_m \leq 1$ - частка використання ПВР і негодящих матеріалів в початковому стані m_i ;

T^* і T - розрахунковий і фактичний час роботи системи;

$\bar{\eta}$ - середнє (по фазах) значення коефіцієнта використання енергії.

Основна особливість етапу корекції параметрів СТК полягає в тому, що при модернізації і поліпшенні параметрів системи частка використання ВЕР, негодящих матеріалів повинна зростати, чим при заміні старої системи на нову, а час між цими циклами скорочується, тоді в цьому випадку величина Ψ_M визначатиметься по виразу:

$$\Psi_M = \frac{\sum_{j=0}^k \left[(M - \Delta M)_j \sum_{S=j}^k T_S - 0,5G_j \xi_{mj} T_j \right]}{\sum_{j=0}^k \left\{ (M - \Delta M)_j \sum_{S=j}^k T_S - 0,5G_j \xi_{mj} T_j \right\} + 0,5[T_j^* M'_j - G_j T_j (1 - \xi_{mj})]} = \frac{\sum_{j=0}^k \eta_j Q_j}{\sum_{j=0}^k Q_j}, \quad (5)$$

де всі позначення відповідають позначенням в (4), при цьому T_j^x і T_j - відповідно розрахункові і фактичні тимчасові проміжки роботи системи до $j+1$ -го циклу її модернізації; $Q_i = \sum_j Q_{ij}$.

В результаті аналізу існуючих програмних рішень динамічного моделювання МП можна виділити два напрямки їх реалізації: створення таких структур даних, котрі реалізують відповідні матриці; використання стандартних класів в якості елементів мереж. Перший напрям не використовує гнучкість та зручність графічного інтерфейсу, а маніпулювання мережею через матричне представлення ускладнюють процедуру сприйняття мережі оператором та удосконалення самого ПЗ. Другий – потребує окремої процедури формування матриць інцедентності та розмітки мережі для використання стандартних алгоритмів їх аналізу, але об'єктний підхід дозволяє віддати перевагу саме цьому напрямку: гнучкий та зручний графічний інтерфейс; можливість удосконалення ПЗ та додавання сервісних функцій аналізу мережі або її даних; прив'язка до об'єкту управління; можливість створення АСК ТП у супервізерному режимі.

Розроблене ПЗ призначене для моделювання роботи мереж Петрі [2], тестового та робочого управління роботи технологічних процесів, отримання експертом (оператором, користувачем) експериментальних вхідних даних для подальшого їх аналізу. На основі даного ПЗ буде здійснюватись відпрацювання алгоритмів оцінки функцій таймінгу виконавчих механізмів та вимірювальних пристроїв окремо та в цілому технологічного комплексу [5].

У даному розділі проаналізовані споживчі характеристики та конкурентоспроможності результатів досліджень з використанням SWOT-аналізу (табл. 1).

Таблиця 1. Загальна рангова оцінка конкурентоспроможності розробленого ПЗ MiniAPCSCombi [2] у порівнянні з SCADA-системою TraceMode [11]

Сильні сторони		Можливості		Параметр оцінки
MiniAPCSCombi	TraceMode	MiniAPCSCombi	TraceMode	
0,35	0,31	0,31	0,46	Функції АСК: - інформаційні - керуючі - внутрішньо-системні - SCADA-система
0,33	0,33	0,25	0,5	
0,38	0,25	0,25	0,63	
0,33	0,33	0,5	0,17	
0,36	0,5	0,18	0,29	
Слабкі сторони		Загрози		
MiniAPCSCombi	TraceMode	MiniAPCSCombi	TraceMode	
0,31	0,12	0,46	0,19	Функції АСК: - інформаційні - керуючі - внутрішньо-системні - SCADA-система
0,33	0,17	0,25	0,08	
0,25	0,13	0,75	0,13	
0,33	0	0,5	0,5	
0,21	0,11	0,29	0,11	

В результаті аналізу отриманих даних (табл. 1) конкурентоспроможність та комерційний потенціал пропонованого програмного продукту, а також акцентування уваги на подальших аспектах розробки та супроводу АСК у контексті інших дискретних у просторі ТП з можливістю впровадження в інших галузях сільського господарства та промисловості.

Необхідно зазначити, що більшість переваг існуючих комерційних SCADA-систем зводиться до можливості підключення відповідних функціональних бібліотек, структура яких залежить від платформи, на якій АСК реалізується. В умовах сільськогосподарських підприємств різноманіття платформ та кількість обладнаних автоматизованих робочих місць зводиться до мінімуму, що одночасно спрощує функціональне насичення АСК та ускладнює технічні рішення щодо поєднання з об'єктом керування – ТК ВК.

Висновок. Запропонована методика синтезу АСК та її адаптації до виробничих умов забезпечує спрощене матричне відтворення пропонованих алгоритмів із фіксованою розмірністю простору змінних без втрати гнучкості та функціональності АСК ТК ВК.

Чітка формалізація та гнучкість апарату мереж Петрі, а також модульний підхід до проектування АСК ТК ВК дозволить забезпечити надійність, керованість, зручність налагодження системи керування [2] та забезпечує внесення змін до алгоритму роботи оператором.

Результати роботи можуть бути використані для синтезу АСК іншими дискретними технологічними процесами у АПК (прибирання гною, роздача кормів, маршрутизація зернових на елеваторних комплексах та ін.).

Метою подальших досліджень є розробка алгоритмів забезпечення інформативності АСК, удосконалення програмного забезпечення [2] та реалізація макетного зразка АСК ТК ВК для експериментального дослідження та виробничих випробувань. Реалізація інформаційних функцій щодо стану ТК та етапів ТП базується на протоколюванні керуючих впливів та процесів за допомогою часових діаграм та розмітки мережної моделі.

Теоретично, пропонований напрям підвищення інформативності АСК ТП ВК дозволить попередити вихід з ладу силового обладнання, оцінити поточний режим та параметри роботи основних елементів ТК ВК та його АСК. Також доцільно розглядати впровадження нових параметрів контролю ТП і стану ТК та розширити функціональні можливості АСК без збільшення кількості та типів вимірювальних пристроїв.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Автоматизовані системи керування технологічними процесами / *Фурман І.О., Краснобаєв В.А., Рожков П.П., Тимчук С.О., Радченко С.С.* / За ред. *І.О. Фурмана*: Підручник для ВНЗ. – Харків: Факт, 2006. – 317 с.
2. А.с. 36841 України Комп'ютерна програма "MiniAPCSCombi" / *В.Т. Діордієв, А.О. Кашикар'юв.* - № 37087; заявл. 08.12.2010; опубл. 08.02.2011.
3. *Діордієв В.Т.* Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК: Навчальний посібник/ *В.Т. Діордієв* // МОН України. – Сімферополь: ДОЛЯ, 2004. – 138 с.

4. *Діордієв В.Т.* АСК технологічними комплексами виробництва комбікормів у контексті наскрізного алгоритму керування виробництвом [Текст] / *В.Т. Діордієв, А.О. Кашкарьов* // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2011. – Вип. 117. – С. 125-128.

5. *Діордієв В.Т.* Таймінг датчиків технологічного комплексу виробництва комбікорму як сервісна функція автоматизованої системи управління на базі мереж Петрі / *В.Т. Діордієв, А.О. Кашкарьов* // „Проблеми сучасної електротехніки-2010”: Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції, ПСЕ-2010, К.: НАН України, 31 травня - 4 червня 2010 р. – Частина 2. – С. 169-173. – Режим доступу до публікації: http://fel.kpi.ua/ppedisc/doc/s5/5_8.pdf.

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

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

8. *Лескин А.А.* Сети Петри в моделировании и управлении/ *Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридонов А.М.* – Л.: «Наука», 1989. – 135 с.

9. Пат. №54511 Україна. МПК⁹ A23N 17/00, G06Q 10/00. Спосіб автоматизованого керування технологічним процесом виробництва комбікорму / *Діордієв В.Т., Кашкарьов А.О.* - № u201006332; заявл. 25.05.2010; опубл. 10.11.2010, бюл. № 21/2010.

10. Системи гарантуючого управління технологічними агрегатами: основи теорії, практика застосування: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.07 / *В.А. Хобін*; Одес. нац. політехн. ун-т. - О., 2003. - 38 с.

11. Scada Trace Mode. Офіційна сторінка AdAstra Research Group [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.adastra.ru/>

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННО ТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Предлагается способ повышения эффективности эксплуатации организационно-технических комплексов производства комбикормов за счет усовершенствования автоматической системы управления на базе объектно-ориентированной декомпозиции технологических процессов.

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM FOR ORGANIZATIONAL-TECHNICAL MIXED FEED BASED ON PETRI NETS

The paper proposed method improve the operational efficiency of the organizational-technical systems mixed feed production by improving automatic control system based on object-oriented decomposition process.