

ВИКОРИСТАННЯ МЕРЕЖ ПЕТРІ ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ТА УПРАВЛІННІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ

Діордієв В.Т., Кашкар'єв А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Відомо, що для ефективного розвитку тваринництва необхідно забезпечення якісним племінним фондом, кваліфікованим персоналом, сучасним технологічним оснащенням, надійною автоматичною системою управління технологічним процесом з високим ступенем надійності, керуваності та інформативності [1, 2].

На сьогоднішній день одним з найбільш поширених процесів які підлягають автоматизації є процес виробництва комбікормів, як сталий, за технологічною схемою, та відпрацьований згідно з виробничим напрямком підприємства. Його можна представити як цілісний об'єкт, утворений з функціонально різнотипних систем, структурно взаємозв'язаних ієрархічною підлеглистю технологічних процесів і функціонально об'єднаного технологічного устаткування. Тому сучасні електромеханічні комплекси виробництва комбікорму є складними технологічними системами [1].

Аналізуючи управління ділянкою виробництва комбікорму на тваринницькому комплексі можна відзначити, що велика кількість відмов елементів технологічного комплексу пов'язана з порушенням оптимальних режимів роботи силового та технологічного обладнання, умов його експлуатації та помилок оператора в умовах інтенсивного поточного виробництва. При наявності часткової автоматизації виникає складність її об'єднання в цілісну автоматизовану систему управління технологічним процесом (АСУТП), що дозволить оцінити переваги і можливості системи управління на сучасній елементній базі. Також необхідно відзначити складнощі виконання модернізації типових проектів комплексів виробництва комбікормів в умовах господарств, що безпосередньо пов'язаного із зміною кон'юнктури ринку, і узгодження їх з системою автоматичного управління, що діє.

Можливість збільшення продуктивності, оптимізації обліку ресурсів, автоматизації формування звітів і можливість розширення асортименту продукції робить створення систем автоматичного управління електротехнологічними комплексами виробництва комбікормів (ЕТКВК) перспективним і економічно доцільним. Це підтверджує широкий діапазон позитивних якостей при впровадженні АСУТП (рис. 1) [2].

Для поширення використання сучасних технологій у виробництві комбінованих кормів необхідно вирішити питання обґрунтування математичного апарату АСУ ЕТКВК, який би дозволив забезпечити гнучкість системи управління та мав би потенціал до реалізації чисельних сервісних функцій. Вказану роботу необхідно здійснювати з урахуванням можливостей сучасної елементної бази і тенденцій до модульного проектування таких комплексів. Це дозволить забезпечити універсальність програмної та апаратної реалізації АСУ комплексом виробництва комбікорму, спростити модернізацію технологічної схеми і її узгодження із схемою управління, підвищити інформативність сигналів (у деяких випадках можливе зменшення кількості датчиків) і функціональність системи управління в цілому.

Можливий ефект при впровадженні АСУТП виробництва комбікорму

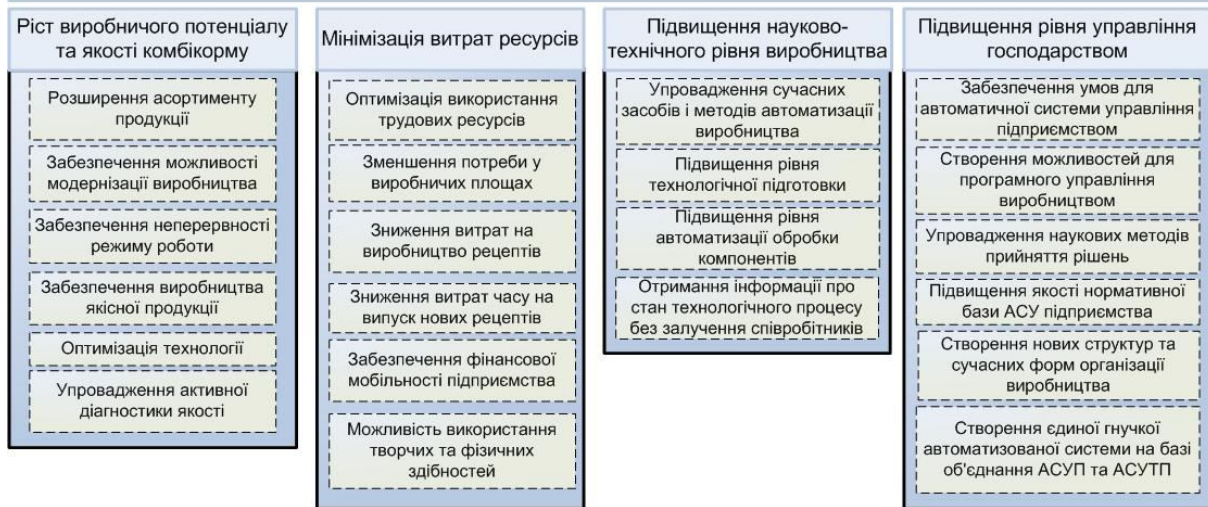


Рисунок 1 - Ефективність використання АСУТП виробництва комбікормів

Отже, з метою підвищення якості комбікормів за рахунок підвищення ефективності та надійності роботи автоматизованої системи управління технологічним процесом, необхідно обґрунтувати рішення таких завдань:

17. на основі теоретичного аналізу останніх досліджень розробити математичний апарат автоматизованої системи управління електротехнологічним комплексом виробництва комбікорму;
18. розробити заходи, щодо підвищення інформативності датчиків на основі математичної обробки свідчень як одного датчика, так і їх групи;
19. розробити програмне забезпечення для моделювання і експериментального дослідження запропонованих методів.

Для досягнення поставленої мети виникає необхідність вдосконалення процесів проектування, які відрізняються від проектування людино-машинних систем, тим що характеризуються необхідністю поглибленого вивчення всіх складових (часова, просторова і функціональна) об'єктів. Інакше кажучи, необхідне взаємне об'єднання матеріальних (переробка, транспортування і зберігання) і інформаційних потоків, які реалізуються різними автоматизованими системами (передача інформації, діагностування, контроль, управління). Тому, запропонований математичний апарат повинен мати, принаймні, функціональну можливість поєднання неперервних (потік компоненту комбікорму, забезпечення оптимального режиму роботи обладнання) та дискретних (комутація виконавчих механізмів, завантаження бункерів) функцій.

В результаті аналізу літературних джерел та технологічних схем виробництва комбікормів була акцентована увага на їх модульній будові відповідно до виконуваних функцій (транспортування, зміна структурно-механічного стану компонентів або готового комбікорму). Також відомо, що джерелом підвищення продуктивності є паралельна робота технологічних етапів. Саме тому, ми зупинились на математичному апараті мереж Петрі (МП), які застосовуються для моделювання саме таких процесів, і складаються з чітко визначених елементів, котрі досить вдало підходять для опису взаємодії елементів ЕТКВК. МП окрім наочності графа мають чітке математичне визначення і властивості, що характеризують їх топографію (статичний стан - розмітка) і динамічні властивості [3, 4].

В результаті аналізу технологічних схем типових малогабаритних ЕТКВК та співставлення з апаратом МП була складена дворівнева модель виробництва

комбікорму на розповсюдженій УМК-Ф-2 (рис.2). Модель дозволяє реалізувати послідовне завантаження компонентів комбікорму, їх дозування та переробку (подрібнення, змішування та ін), та описується матрицями інцидентності (1, 2) [3] та має вільну мову (3) [4] МП (можливі розмітки) – для другого рівня (рис.2, б). Матриця інцидентності для МП 1-го рівня (рис.2, в) по головній діагоналі має “1”, а вільна мова характеризується наявністю одного маркера, котрий послідовно переміщується.

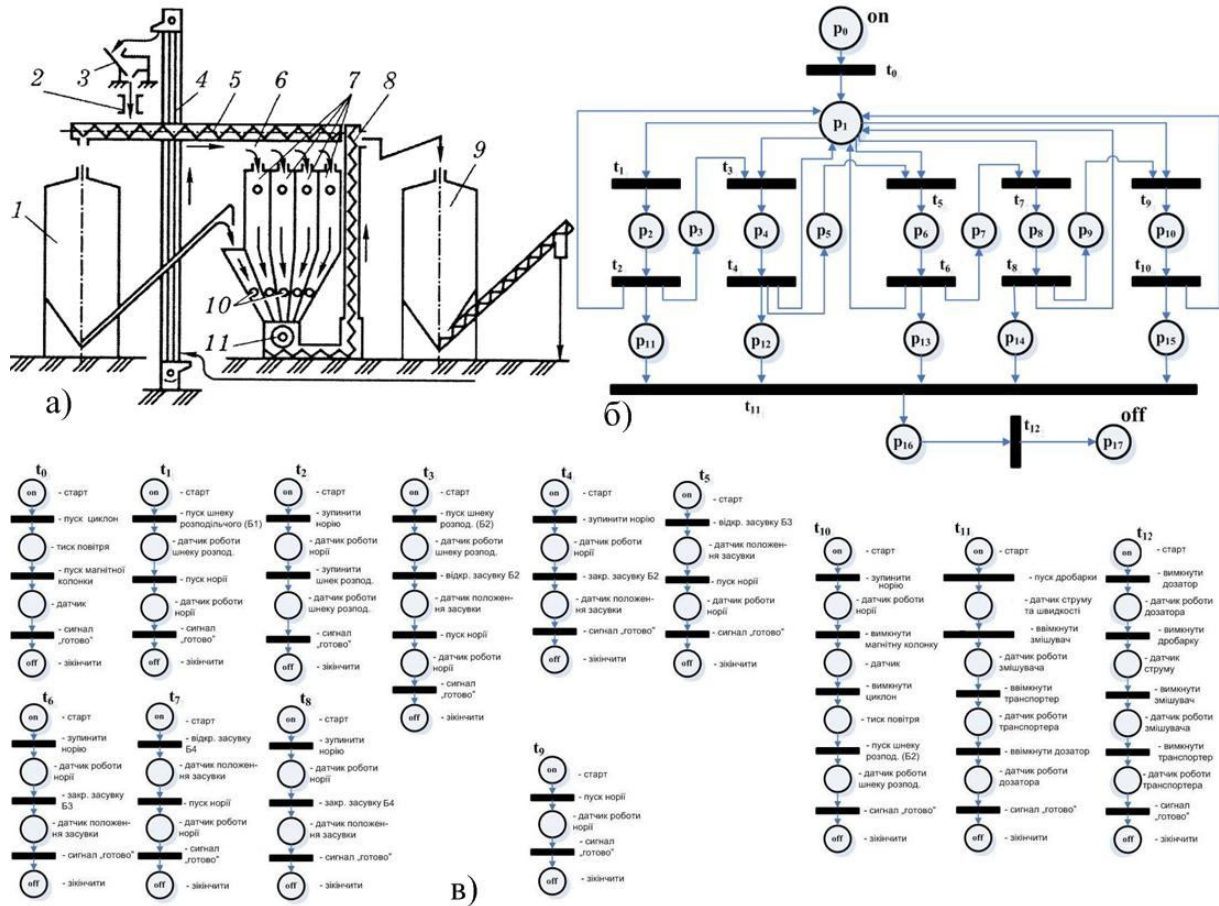


Рисунок 2 – Технологічна схема (а), 2-й (б) та 1-й (в) рівні моделі виробництва комбікорму на УМК-Ф-2: 1 – бункер основного компоненту; 2 – магнітна колонка; 3 - сепаратор; 4 - норія; 5 – розподільчий шнек; 6 - засувки; 7 – бункер додаткових компонентів; 8 - змішувач; 9 – бункер готового продукту; 10 - дозатор; 11- дробарка.

Необхідно акцентувати увагу на можливості реалізації ряду сервісних функцій АСУТП спрямованих на підвищення надійності, як елементів технологічного комплексу, так і його роботи в цілому.

$$A = \begin{matrix} & p_0 & p_1 & p_2 & p_3 & p_4 & p_5 & p_6 & p_7 & p_8 & p_9 & p_{10} & p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} & p_{16} & p_{17} \\ t_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_4 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ t_6 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} \quad (1)$$

t ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
t ₈	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
t ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
t ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
t ₁₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
t ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

B=		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			
	p ₀	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₁	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	p ₂	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₃	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₄	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₅	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₆	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₇	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	p ₈	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	p ₉	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	p ₁₀	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	p ₁₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	p ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	p ₁₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	p ₁₄	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	p ₁₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	p ₁₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	p ₁₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

	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	
M ₀ =	{	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	}
M ₁ =	{	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	}
M ₂ =	{	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	}
M ₃ =	{	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	}
M ₄ =	{	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	}
M ₅ =	{	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	}
M ₆ =	{	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	}
M ₇ =	{	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	}
M ₈ =	{	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	}
M ₉ =	{	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	}
M ₁₀ =	{	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	}
M ₁₁ =	{	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	}
M ₁₂ =	{	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	}
M ₁₃ =	{	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	}

Для виконання сервісних функцій АСУТП на базі МП нами пропонується використовувати матричне представлення (1-3) мереж, із поточними або критичними значеннями параметрів, котрі підлягають контролю, реєстрації або характеризують роботу ЕТКВК (тривалість виконання операцій, кількість комутацій послідовність розміток, об'єм ресурсу на кожному етапі технологічного процесу та ін.). Вказані параметри записуються як вага дуг на відповідному рівні паралельно матричному представленню ординарної МП. Внаслідок чого, на основі існуючих датчиків, можна отримати достовірну інформацію про поточний стан елементів електротехнологічного комплексу та комплексу в цілому. Така можливість дозволяє ефективніше використовувати АСУТП на сучасній елементній базі, за рахунок підвищення

інформативності датчиків (використання математичної оцінки) та підвищити надійність експлуатації ЕТКВК.

Властивості елементів МП та розмітки у статиці, котрі можна вважати перспективними для аналізу складеної МП при її автоматичному синтезі: обмеженість вузлів; безпечність вузлів; активність переходів; t-тупикова розмітка [3, 4]. Показники динамічності та загальної структури: можливість досягнення певної розмітки, можливість організації циклів, покриття.

Аналіз технологічних схем більш потужних підприємств дозволив побудувати модель його виробництва у МП – 3-й рівень (рис.3):

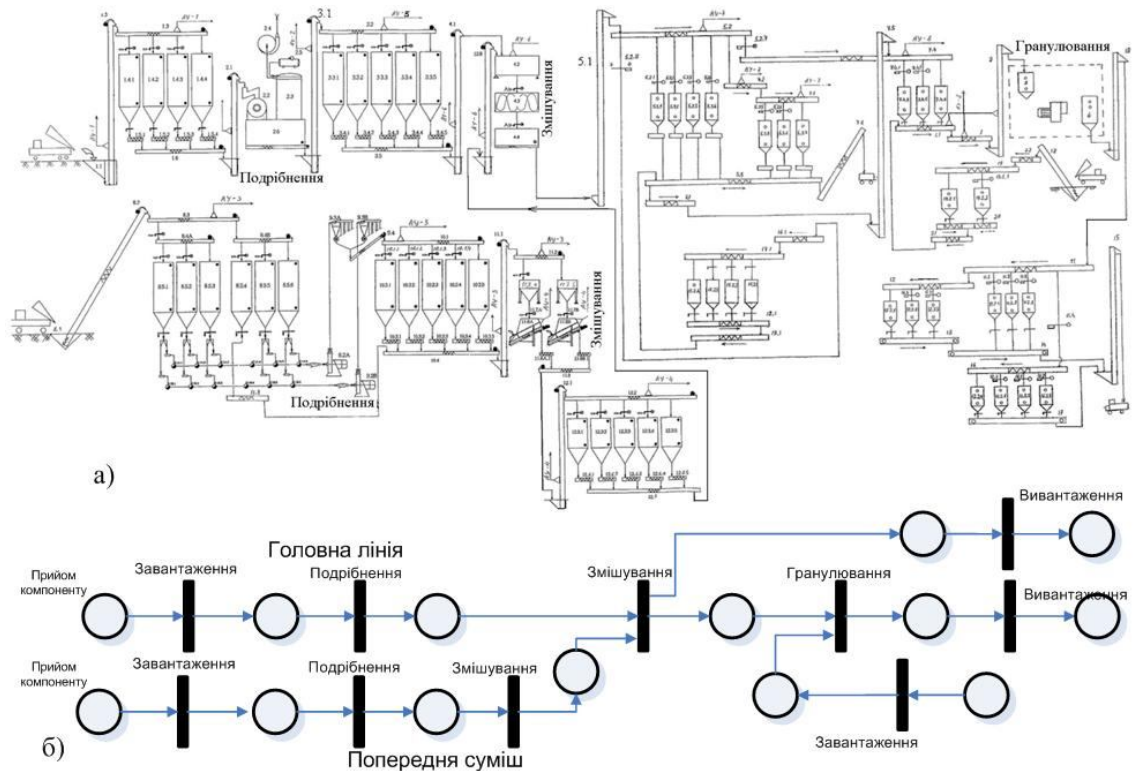


Рисунок 3 - Технологічна схема (а) та модель (б) цеху №1 з виробництва комбікорму на Мелітопольському м'ясокомбінаті.

Висновки

З метою підвищення якості комбікормів за рахунок підвищення ефективності та надійної роботи АСУТП доцільно розглядати МП, як для моделювання роботи ЕТКВК так і для безпосередньої реалізації управління комплексом. Спрощення процесу узгодження програмних об'єктів та технологічного обладнання комплексу, простота та гнучкість програмної реалізації та можливість реалізації ряду сервісних функцій без застосування додаткових датчиків робить використання мереж Петрі особливо перспективним при розробці програмне забезпечення для моделювання і експериментального дослідження запропонованих заходів.

Література

- [1] Діордієв В.Т. Використання мереж Петрі для моделювання технологічного процесу приготування комбікормів/ В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв// Вісник Львівського національного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – №12., Т2. – Львів: Львівський НАУ, 2008. – С. 55 – 61.

- [2] Кашкарьов А.О. Основні положення автоматизованого проектування малогабаритних комбікормових установок та систем керування ними/ А.О. Кашкарьов // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Вип. 73 . – Том 2. – Харків: ХНТУСГ, 2008. – С. 64 - 66.
- [3] Лескин А.А. Сети Петри в моделировании и управлении/ А.А. Лескин, П.А. Мальцев, А.М. Спиридонов. – Л.: «Наука», 1989. – 135 с.
- [4] Котов В.Е. Сети Петри/ В.Е. Котов. – М.: Наука, 1984. – 160 с.