Лисогор В.М.

Любін М. В.

Єленіч М. П.

Качур Я. Ю.

Чапалда К. О.

Вінницький національний аграрний університет

УДК 510.65:519.711:621.86/.87:681.1

ПРИКЛАДНА ЛОГІКО-ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН У БАГАТОСТАДІЙНИХ ПРОЦЕСАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Предложена и разработана прикладная логико-динамическая модель подъемно-транспортных систем в многостадийных процессах сельскохозяйственного производства и агропромышленного комплекса в условиях наличия структурных и параметрических неопределенностей.

Proposed and developed by applied logic-dynamic model handling systems in the multistage process in agricultural production and agroindustrial complex in the presence and self-reactance vagueness.

Вступ. Відомі фундаментальні монографії з напрямку використання біопалива, вирішення проблем забезпечення продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки України [1], де системно висвітлені науково-методичні, організаційно-економічні засади розвитку ринку біопалива, формування ринку енергетичних культур, що використовуються як біосировина у паливній промисловості. Відомий також підручник з основ системного аналізу [2], де розкриті також прикладні наукові методології, що призначені для дослідження складних, міждисциплінарних проблем різної природи. В свій час, колектив авторів провів дослідження структур та моделювання логіко-динамічних систем [3], де розкриті основні питання системного аналізу задач розробки та проектування виділених класів складних систем управління. Відома також публікація по досліджуваній тематиці у періодичних виданнях, де визначенні надійність, якість функціонування електричних комплексів в екстремальних та багатостадійних процесах сільськогосподарського виробництва [4]. В агропромисловому комплексі широке розповсюдження мають підйомно-транспортні машини [5]. Опубліковані нові погляди по розробці алгоритмічної моделі ідентифікації випадкового пошуку процесів перемішування подрібнення інгредієнтів фармацевтичних та харчових виробництв [6]. Аналіз опублікованих джерел показує, що існують проблеми не повністю розроблених задач як загальнотеоретичного так і галузевого спрямування. Запропонована авторами публікація, зменшить невизначеність роботи підйомно-транспортних машин у різних ситуаціях функціонування: завантаження, розвантаження, переміщення вантажів, тощо.

Мета статті. Запропонувати та розробити прикладну логіко-динамічну модель підйомно-транспортних машин у багатостадійних процесах сільськогосподарського виробництва та агропромислового комплексу в умовах наявності структурних та параметричних невизначеностей.

Матеріали дослідження.

Послідовно розглянемо питання формулювання задач проектування виділених класів складних систем управління. Сформуємо умови рішення основних задач композиційного Sd1 та функціонального Sd2 етапів у системній постановці. Розглянемо розробку теоретичних питань по дослідженню систем логіко-динамічного систем (ЛДС) класу, що направленні на створення їх математичних моделей та сформуєм аксіоматику їх властивостей. Розроблені на сьогоднішній де час методи дослідження складних нелінійних систем [2] засновані на припущеннях, що математична модель допускає розбиття її на нелінійну без інерційну та лінійну інерційну частини. У свій час була розроблена машинно-інформаційна система обслуговування наукового дослідження (МІСОНД) етапу

проектування систем управління. Задачі створення логічної системи проектування (ЛСП) побудуємо на реалізації архітектури системи управління та створення законів функціонування повної системи, підсистем, її підсистем синтезу пристроїв управління. Специфічність цих задач заклечається в тому, що для побудови проектного рішення задачі S використаємо відповідний математичний апарат: теорему існування та єдності, принципу мінімума, максимума алгоритмів динамічного програмування, послідовного аналізу варіантів.

Конструктивну МІСОНД створимо для конкретного кола задач управління підйомно-транспортною системою.

Представлення інформації проектованого об'єкта в комп'ютерних форматах ґрунтується на сукупності моделей об'єкта системного проектування (МОСП) у формі M {Mdi}, тобто визначених індексами впорядкованості логічної системи проектування (ЛСП), де d- рівень, і - етап проектування.

Комп'ютерне обслуговування процесів побудови проектних рішень Rdi, має своєю ціллю існування операцій обчислення, перетворення, зберігання, вводу і виводу інформації, що забезпечують реалізацію прийнятих в ЛСП вирішуючих процедур T {Tdi} та ітераційних циклів. Запропоновану процедуру перетворення МОСП, що ґрунтується на гібридних властивостях моделей з інтегральними властивостями M є Mdi які дозволяють підвищувати рівень абстракції проектних рішень R {Rdi} у впорядкованій по дедуктивно-паралельному принципу ЛСП. Це припускає об'єднання вирішальних процедур у напрямі редукції Tdi → T; дозволяє об'єднати Tdi = T.

Дедуктивну гілку формування ітераційних циклів ЛСП будемо здійснювати перетворенням: звуженням, деталізацією категорій (A, C) → (Adi , Cdi). Відповідна редукція має бути забезпечена при формуванні глобального критерію оптимізації K {Kdi} проектного рішення.

По закінченню вказаної формалізації постає можливість розробки комп'ютерного алгоритму та програми аналізу стійкості логіко-динамічної системи (ЛДС) підйомно-транспортної машини [4].

Нині намітилися два підходи в дослідженні стійкості складних систем. Перший фундаментальний підхід, що пов'язаний з поглибленням теоретичних узагальнень передбачає побудову завершеного аналітичного апарату дослідження стійкості нашого класу систем. Таким підходом буде побудова абсолютної стійкості регульованих систем, гіперстійкості автоматичних систем, управління підйомно-транспортними системами.

Другим конструктивним підходом є розробка ефективних комп'ютерних алгоритмів аналізу стійкості складних систем, до яких відносяться підйомно-транспортні машини, що за рахунок апроксимації зводяться до систем автоматичного управління (САУ). Оскільки у системному програмуванні (ЛДС) передбачається разом з дослідженням стійкості, моделювання законів функціонування усіх основних режимів, певні переваги зберігаються за другим підходом. Цей підхід, незважаючи на необхідність апроксимації моделей досліджуваних (ЛДС), забезпечують широке застосування алгоритмів аналізу стійкості, простоту отримання необхідних результатів за допомогою комп'ютерів, можливістю створення проблемно-орієнтованих бібліотек підйомно-транспортних машин. Вказані два підходи не протиставляють один одному, а швидше покращують ситуацію аналізу стійкості систем. Проте, рівень конструктивізму у них різний, це і визначили наші переваги. У основу побудови теорії гіперстійкості цих систем покладемо ідею структурну композицію (об'єднання) гіперстійких блоків підсистем, що аналізуються.

Ми скористалися ідеєю композиції узагальнених станів складної ЛДС, що задовольняє умовам існування та єдності рішення, тобто апріорі зажадали виконання умов, пов'язаних з керованістю ЛДС. У цьому сенсі ідея побудови алгоритму аналізу стійкості ЛДС, так само як і ідея гіперстійкості блоків, використовує властивості, що пов'язані з керованістю складних систем. Проте, теорія стійкості ЛДС, що розробляється, далеко не завершена, її розробка багато в чому залежить від успішного рішення окремих задач аналізу стійкості ЛДС чисельними методами. Розробка алгоритму аналізу стійкості ЛДС та його комп'ютерна реалізація, так само як і програми моделювання динаміки ЛДС, раніше розглядалися як свого роду експериментальної перевірки справедливості теоретичних висновків про основні властивості ЛДС та побудованих доказах про умови існування цих властивостей: єдності рішення, досяжності, керованості, спостережувальності.

Відносно аналізу стійкості ЛДС висунемо припущення, що забезпечує основу конструктивному підходу при розробці алгоритму вирішальної процедури для конкретних пропозицій. Математичну модель складної ЛДС представимо так:

$$\frac{dX}{dt} = \sum_{i=1}^{n} L_{fi} f_i\left(\overline{X}, \sum_{j=1}^{k} L_{uj}\, u_j t\right) \quad (1)$$

Систему (1) розглядати будемо як задачу аналізу стійкості підсистем, що представлені елементами

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = L_{fi} f_i(\overline{x}, \overline{u},\ t) \quad (2)$$

Для системи (1) задамо умови існування та єдності рішень ψ(t) безперервних уздовж усіх можливих шляхів на множині F {Fi}, що задовольняють рівняння (1), за винятком, можливо, кінцевої множини моментів часу ta, де значення похідної не визначене. Тоді загальну задачу дослідження стійкості системи (1) можна розчленувати на кінцеве число локальних задач, що вирішуються незалежно для кожного узагальненого стану Θ гі, еквівалентних елементам сімейства (2). Кожному з можливих шляхів переходів на множині Z, {Θ гі}, що задаються в порядкуванням індексної множини I {i}, гі, є R - виділений шлях, що відповідає області стійкості у відповідності до дискретної керованої зміни правої частини (1). Множина можливих шляхів переходів R {гі} допустимих законом функціонування автомата Af, буде представлено сукупністю областей стійкості досліджуваної ЛДС. В якості теоретичної основи для побудови машинного алгоритму аналізу стійкості прийнята робота [4].

У загальному випадку система (1), що функціонує за асинхронним принципом, має чисто випадковий характер дискретних переходів. У рамках локального стану Θ гі систему нелінійних диференціальних рівнянь (1) використавши лінеарізацію приводимо до виду.

$$\frac{d\bar{x}}{dt} = \sum_{i=1}^{n} L_{fi} F_i \bar{X} + \sum_{j=1}^{k} L_{uj} G_j\, \bar{u} \quad (3)$$

Потужність множини F {Fi} визначає кількість допоміжних гілок алгоритму (рис. 1), оскільки необхідно визначити n лінеаризованих систем

$$\frac{dx_i}{dt} = F_i \bar{X}_i, \quad i = 1,2,\dots,n \quad (4)$$

де F - числова матриця коефіцієнтів $m * m$.

У блоках 1 і 2 алгоритми (Рис. 1) формуються алгебраїчні рівняння стаціонарного руху ЛДС для усіх узагальнених станів Θ гі. Далі (блоки 3, 4) модель ЛДС зводиться до одного рівняння вищого порядку для кожного стану Θ гі. У блоках 5; 6 проводиться визначення коефіцієнтів цих рівнянь. У блоках 7 та 8 поміщені програми звернення до СП рішення рівнянь високого порядку методом Берстоу. У блоках 9 та 10 проводиться програмне визначення початкових невідомих систем рівнянь. У блоці 11 формуються часткові похідні у вигляді прирощень системи нелінійних логіко-диференціальних рівнянь, що включають добутки коефіцієнтів та змінних координат. У блоці 12 отримуються рівняння у варіаціях з визначеними коефіцієнтами. У блоці 13 будується матриця коефіцієнтів досліджуваної системи, потім (блок 14) відбувається звернення до СП для визначення зворотної матриці. У блоці 15 знаходиться основна програма алгоритму - визначення критеріїв стійкості матричним методом для заданої сукупності узагальнених станів Θ гі. У блоці 16 знаходиться програма виведення на друк результатів розрахунку та зупинок комп'ютера.

Алгоритм аналізу стійкості ЛДС знайшов застосування окрім безпосереднього призначення також для дослідження аварійних станів ЛДС. Це достатньо необхідний математичний експеримент в завданнях проектування складних систем управління рухом підйомно-транспортних машин [4], коли необхідно визначити якість стійкості ЛСД в аварійному стані з передбачуваною випадковою зміною параметрів.

Достатньо важливим результатом публікації є визначення інваріантності в складних логіко-динамічних системах. Властивість інваріантності в системах автоматичного управління визначає її захищеність від зовнішніх збурень. У ЛСД така властивість має бути забезпечена передусім для успішної реалізації законів багатоцільового функціонування. Слід зазначити, що координатно-параметричний принцип управління рухом підйомно-транспортних машин [4] був розроблений з позицій врахування теорії інваріантності. Розробка принципу компенсації збурень в системах логіко-динамічного класу має істотне прикладне значення у рішенні задач системного проектування. Математичну модель інваріантності ЛСД представимо так:

$$\frac{d\bar{x}(t)}{dt} = \sum_i L_{fi} f_i(\bar{x}(t), L\bar{u}j(t), w_{ki}(t), t);\ L_{fi} = \curlywedge_{fi}\ (a_{fi} E_{fi}) \quad (5)$$

де w – вектор збурень в і-му узагальненому стані Θ і. Ясно, що умови компенсації збурень $\overline{wi}(t)$траєкторії $\overline{x}(t)$необхідно припускають існування та єдність рішення рівняння (5).

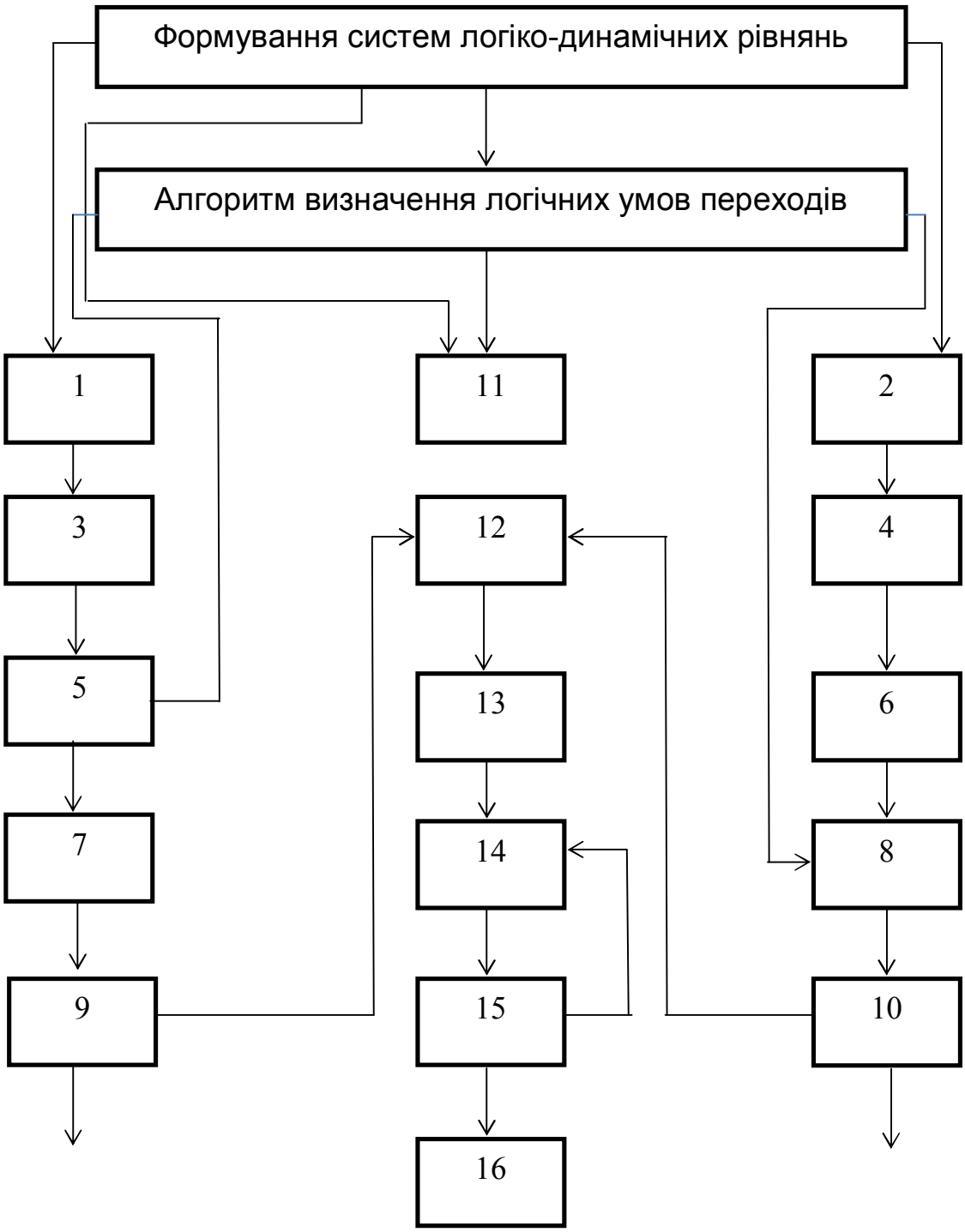

Рис. 1. Прикладна структура логіко-динамічна модель підйомно-транспортної системи

Визначимо шлях переходів в автоматі Af:

$$h_f = a_{fi1}E_{d1}a_{fi2}E_{d2} \dots a_{fs}; h_f \epsilon H_{li} \quad (6)$$

де l - довжина шляху на множині $\{a_{fis}\}$. Принцип двухканальності інтерпретується в ЛСД існуванням іншого управляючого автомата МураA_k., ізоморфного автомату A_f так що

$$\bar{u}(t) = \sum_j L_{uj}u_j(t) + \sum_l L_{wl}\bar{w}l\,(t) \quad (7)$$

У загальному випадку автомат A_f об'єкту зі збуренням$\bar{w}i(t)$є ініціальним асинхронним автоматом Мура. Компенсація збурення $\bar{w}i(t)$допустима при$a_{w0} = a_{f0}, \dots, a_{wl} = a_{fi}$. Це можливо при повній еквівалентності шляхів переходів $h_k = h_f$так, що $h_k \epsilon H_{lis}$, звідки слідує строга синхронність станів вAf та Ak на заданих шляхах h_f та h_k, тобто l = 1, що взагалі означає для перехідних функцій біта δw строгу ідентичність входівL_{fi}, L_{wl}автоматів Afта Ak.

Для побудови каналів компенсації в ЛСД використаєм, як завжди в ДДС, зворотні перетворення. Така задача є, у свою чергу, вирішуваною. Математичні експерименти підтвердили виконання умов фізичної реалізуємось властивостей інваріантності ЛДС.

Висновки

Запропонована та розроблена багатокритеріальна модель задачі прийняття рішень у багатостадійних процесах сільськогосподарського виробництва та агропромислового комплексу при появі структурних та параметричних невизначеностей.

Література

1. І.Калетнік Г.М. Біопаливо. Продовольча, енергетична та екологічна безпека України: Монография. / Г.М. Калетнік. - К.: «Хай-Тек Прес», 2011, -516 с.
2. 2.Згуровський М.З. Основи системного аналізу: підручник./ М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. - К.: Видавнича група ВНУ, 2007. - 544 С.
3. Жук К.Д. Исследование структур и моделирование логико-динамических систем./ К.Д. Жук, А.А. Тимченко, Т.И. Доленко. - К.: Наукова думка, 1975,- 199 с.
4. Любін М.В. Токарчук О.А. Основи теорії і розрахунку підйомних механізмів та машин. / М.В. Любін, О.А. Токарчук . - Вінниця: ВНАУ, 2012. -96 с.
5. Лисогор В.М. Алгоритмічна модель ідентифікації випадкового пошуку процесів перемішування, подрібнення інгредієнтів фармацевтичних та харчових виробництв. / В.М. Лисогор, В.М. Пришляк, В.П. Янович// збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Випуск 10 т. 1 (58), С. 141-145.
6. Лисогор В.М. Надійність та якість функціонування електричнихкомплексів в екстремальних та багатостадійних процесахсільськогосподарського виробництва. / В.М. Лисогор. // Вісник Вінницькогополітехнічного інституту, 2011, - №6, С. 168-171.