

МОДЕЛІ ПАРАМЕТРИЧНОГО СИНТЕЗУ ЕЛЕМЕНТНОЇ БАЗИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ

К.т.н. Т.В. Плугіна, к.т.н. О.В. Єфименко, З. Мусаєв, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Розглянуто задачу підвищення ефективності системи управління програмно-технічним комплексом (ПТК). Запропоновано структурну модель інформаційної технології синтезу ПТК. Розроблено моделі параметричного синтезу елементної бази системи управління колісним роботом.

Рассмотрена задача повышения эффективности системы управления программно-техническим комплексом (ПТК). Предложена структурная модель информационной технологии синтеза ПТК. Разработаны модели параметрического синтеза элементной базы системы управления колесным роботом.

The task of increasing the efficiency of software and hardware complex (SHC) control system is considered. The structural model of an information technology of synthesis SHC is offered. The models of parametric synthesis of element base of wheeled robot control system are developed.

Ключові слова: ефективність, інформаційна технологія, параметричний синтез, елементна база, система управління, робот, моделі, програмно-технічний комплекс, колісний робот, структурна модель

Вступ.

Задача підвищення ефективності системи управління програмно-технічним комплексом (ПТК) з урахуванням вимог зниження витрат на експлуатацію та поліпшення якості починає здобувати важливе значення при проектуванні. Прикладом такого ПТК може бути автономний колісний робот, що використовується як у різноманітних технологічних процесах, складських операціях, так і на техногенних об'єктах. Функціональність ПТК багато в чому залежить від ефективності обраної елементної бази системи управління.

Сучасні інформаційно-технологічні системи змінюють структуру технологічного процесу. Спостерігається інтеграція алгоритмічних методів керування складними об'єктами й методів штучного інтелекту для завдань з невизначеністю вихідної інформації. До таких завдань можна віднести: оцінку ситуації; прогноз поведінки об'єкта в штатному режимі та розвитку аварійних ситуацій; синтез і оцінку можливих дій оператора й вибір найкращих. Такі інтелектуальні системи здатні до планування поведінки, адаптації й навчання. Однією з підсистем структури інтелектуальної системи є підсистема математичних моделей оптимізації параметрів та режимів роботи об'єкту.

Проектування ПТК - складний процес, від його результатів залежить зручність управління, кількість

робочих операцій, надійність функціонування та безпека. ПТК є багаторівневою системою, що містить множини різнорідних компонентів. Для підвищення ефективності проектування ПТК необхідно розробити моделі системного проектування, що дозволить структурувати цей процес, розбивши його на послідовність часткових завдань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз публікацій щодо проектування системи управління (СУ) програмно-технічним комплексом - сукупності мікропроцесорних засобів автоматизації (програмовані логічні контролери, локальні регулятори, пристрої зв'язку з об'єктом) показує, що принципи системного синтезу та її СУ використовувалися не в повній мірі.

Не застосовано методи математичного моделювання та автоматизованого проектування ПТК, дискретного програмування, багатокритеріальної оцінки та оптимізації для вибору структури, її блоків, системи управління, її елементів [1,2].

Складність практичного застосування класичних підходів до синтезу системи реагування на конфліктні ситуації є основним недоліком для різнорідних розподілених систем. Використовуються здебільше однокритеріальні цільові функції ефективності. Однак доведено, що ефективність розв'язання такого класу задач підвищується із застосуванням методів багатокритерійного аналізу [3].

Актуальність

Актуальним є завдання формування підходу до структурно-параметричного синтезу розподіленої інформаційно-керуючої системи управління ПТК з використанням методів багатокритерійного аналізу.

Мета і задачі роботи. Мета роботи - підвищити ефективність системи управління колісним роботом (елементом ПТК) за рахунок вибору раціонального комплексу програмно-технічних засобів елементної бази за розробленими моделями параметричного синтезу.

В роботі вирішуються наступні задачі:

- аналіз і структуризація ефективності роботи системи;
- розробка інформаційної технології системного синтезу та обґрунтування методів багатокритеріальної оцінки та оптимізації елементної бази системи управління роботом;
- розробка узагальнених і часткових моделей багатокритеріальної оцінки та оптимізація елементної бази системи управління роботом.

Загальна задача параметричного синтезу.

Сутністю параметричного синтезу є обґрунтування необхідної та достатньої сукупності показників, що

дозволяють оцінювати бажані властивості розроблюваної системи та її сумарний ефект. Це комплексне визначення узгоджених і збалансованих за рівнями дослідження системи необхідних значень її показників, включаючи загальні показники ефективності управління, а також часткові показники структури, процесів функціонування інформації.

Загальна задача параметричного синтезу елементної бази системи управління ПТК. Відомо:

- множина типів ПТК;
- множина видів у кожному типі ПТК;
- множина різних елементів СУ;
- множина різних типів елементів СУ;
- множина різних видів у кожному типі елементів СУ.

Потрібно визначити:

- тип і вид ПТК;
- типи та види елементів СУ.

Синтез пристроїв є одним з найважливіших етапів у процесі створення нових зразків техніки, і від того, наскільки добре він проведений, багато в чому залежать характеристики створюваного пристрою [4]. Структура пристрою визначається в процесі структурного синтезу, параметри, відповідно, в процесі параметричного синтезу.

Структурно-параметричний синтез – це процес, в результаті якого визначається структура об'єкта, і знаходяться значення параметрів складових її елементів, таким чином, щоб були задоволені умови завдання на синтез (вимоги технічного завдання). Під структурою будемо розуміти множину елементів і зв'язків між ними.

Задача системного синтезу проектування ПТК ускладнюється багатомірністю характеристик, які мають

елементи СУ. Таким чином, загальна задача, яка має велику розмірність, була декомпована на часткові задачі оцінки та вибору типів і видів елементів СУ.

Розроблено структурну модель інформаційної технології параметричного синтезу ПТК, що дозволило структурувати процес проектування та визначити послідовність проектних процедур (рис. 1).

Загальне завдання синтезу ПТК полягає у наступному [4].

Відомо:

$$\text{- множина типів ПТК - } ПТК = \{ПТК^e\}, \overline{e = 1, e'};$$

$$\text{- множина видів у кожному типі ПТК}$$

$$ПТК^e = \{ПТК_n^e\}, \overline{n = 1, n^e};$$

$$\text{- множина різних елементів СУ}$$

$$ES = \{ES^m\}, \overline{m = 1, m'};$$

$$\text{- множина різних типів елементів СУ}$$

$$ES^m = \{ES_o^m\}, \overline{o = 1, o^m};$$

$$\text{- множина різних видів у кожному типі елементів}$$

$$СУ ES_o^m = \{ES_{ow}^m\}, \overline{w = 1, w^o}.$$

Введемо змінні $X_{en} = \{0;1\}$, де $X_{en} = 1$, якщо обрано ПТК e -го типу n -го виду, $X_{en} = 0$ у протилежному випадку; $\tilde{X}_{mow} = \{0;1\}$, де $\tilde{X}_{mow} = 1$, якщо m -й елемент СУ обраний o -го типу w -го виду, $\tilde{X}_{mow} = 0$ у протилежному випадку.

Необхідно визначити тип і вид ПТК, елементів СУ за обраними критеріями і обмеженням.

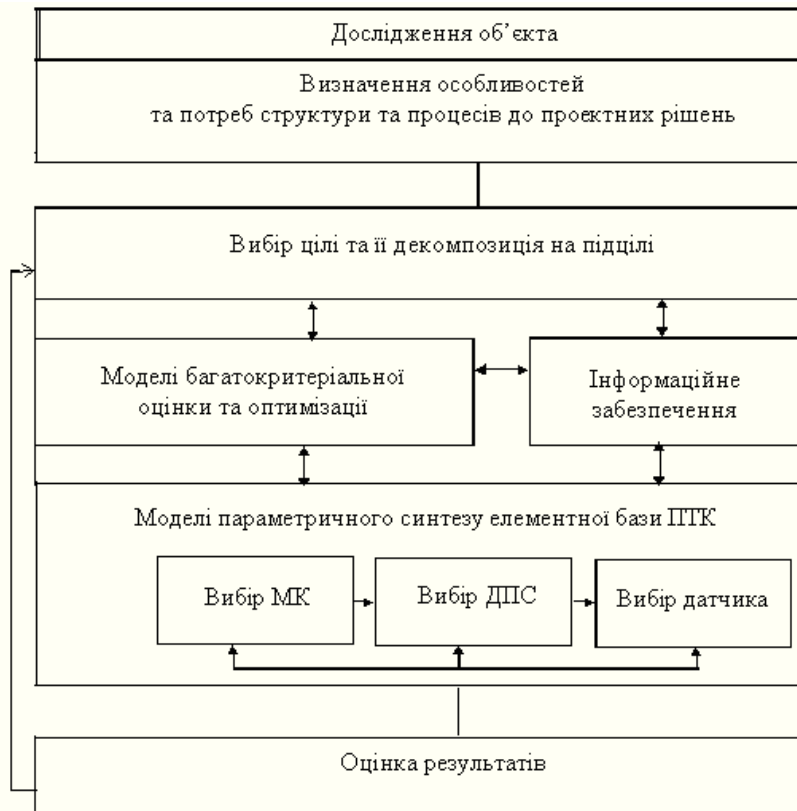


Рис. 1. Структурна модель інформаційної технології синтезу ПТК: МК – мікроконтролер; ДПС – двигун постійного струму

Результати роботи. Частковими критеріями оптимізації можуть бути:
- мінімальна вартість:

$$C = \min \sum_{e=1}^{e'} \sum_{n=1}^{n^e} X_{en} \left(\sum_{m=1}^{m'} \sum_{o=1}^{o^m} \sum_{w=1}^{w^o} C_{mow} \tilde{X}_{mow} \right), \quad (1)$$

де C_{mow} - вартість m -ого елемента СУ o -ого типу w -ого виду,
- максимальна надійність елементів СУ:

$$N = \max \sum_{e=1}^{e'} \sum_{n=1}^{n^e} X_{en} \left(\sum_{m=1}^{m'} \sum_{o=1}^{o^m} \sum_{w=1}^{w^o} N_{mow} \tilde{X}_{mow} \right), \quad (2)$$

де N_{mow} - надійність m -го елемента СУ o -го типу w -го виду.

Під надійністю розуміється нарробіток на відмову елементів СУ.

Складові в дужках рівнянь (1) - (3) характеризують оцінку і вибір елементів СУ - мікроконтролер (МК), двигун та вимірювальні перетворювачі, сенсори, що входять до складу ПТК.

Область припустимих рішень при виборі ПТК визначається обмеженнями:

- витрати на елементи СУ повинні бути не більш заданих - C_3 :

$$\sum_{e=1}^{e'} \sum_{n=1}^{n^e} X_{en} \left(\sum_{m=1}^{m'} \sum_{o=1}^{o^m} \sum_{w=1}^{w^o} C_{mow} \tilde{X}_{mow} \right) \leq C_3; \quad (3)$$

- надійність елементів СУ повинна бути не менш заданого значення:

$$\sum_{o=1}^{o^m} \sum_{w=1}^{w^o} N_{mow} \tilde{X}_{mow} \geq N_3^m; \quad m = \overline{1, m'}; \quad (4)$$

- з множини видів і типів ПТК може бути обрано тільки один:

$$\sum_{e=1}^{e'} \sum_{n=1}^{n^e} X_{en} = 1; \quad (5)$$

- з мнужень видів і типів кожного елемента СУ може бути обраний тільки один:

$$\sum_{o=1}^{o^m} \sum_{w=1}^{w^o} \tilde{X}_{mow} = 1; \quad \forall m = \overline{1, m'}. \quad (6)$$

Розроблена модель (1) - (6) відноситься до задач дискретного програмування з булевими змінними. Її рішення в загальному виді представляє значні труднощі як через складність обчислень, так і через можливість ідентифікації деяких характеристик тільки в процесі функціонування.

Послідовне використання розроблених моделей

дозволяє реалізувати технологію ситуаційного структурно-параметричного синтезу складної інформаційно-керуючої системи.

Технологія базується на принципі ситуаційного управління, реалізованому з використанням методів багатокритерійного аналізу в задачі синтезу структур складних систем.

Висновки.

Отже була проведена декомпозиція загальної задачі параметричного синтезу та встановлена наступна послідовність часткових завдань:

- визначення структури ПТК;
- оцінка і вибір елементів СУ:

- 1) оцінка і вибір типу і виду контролеру;
- 2) оцінка та вибір типу і виду датчиків;
- 3) оцінка та вибір типу і виду двигунів.

Задачі параметричного синтезу, у яких необхідно оцінити множину типів і видів існуючих компонентів ПТК, СУ та із цієї множини вибрати елементи СУ максимально відповідні прийнятим частковим критеріям та обмеженням.

Розроблено структуру моделі інформаційної технології системного синтезу ПТК, що у відмінності від традиційної технології дає можливість вести проектування елементної бази системи управління ПТК з єдиних системних і критеріальних позицій. Це дозволило структурувати процес проектування і визначити послідовності проектних процедур.

Запропонована структура параметричного синтезу складної інформаційно-керуючої системи, яка спроможна реагувати на конфліктні ситуації з використанням методів багатокритерійного аналізу. Це дає можливість підвищити ефективність та оперативність прийняття рішень при синтезі ПТК за рахунок обґрунтованого вибору її елементів.

Розроблені моделі на відміну від існуючих дозволяють комплексно вирішити завдання параметричного синтезу елементної бази СУ за багатьма критеріями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Плугина Т.В. Проектирование интеллектуальных операторских станций распределенных систем управления / Т.В. Плугина, Д.А. Маркозов - Вестник ХНАДУ, Вып.57, 2013.
2. Нефедов Л.И. Обобщенная модель системного синтеза автоматической трансмиссии / Л.И. Нефедов, А.А.Осьмачко. - Восточно-европейский журнал передовых технологий, № 4 (42), том 6, 2009, С. 10-13.
3. Писарчук О.О. Технологія ситуаційного структурно-параметричного синтезу складної інформаційно-керуючої системи / О.О.Писарчук. Збірник наукових праць ЖВІ ДУТ. - Вып. 9, С.56-61.
4. Харченко А.В. Сложные технические и эргатические системы: метод использования / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиятдинов, А. В. Харченко, В. В. Остаивский. - Х. : Факт, 1997. - 240 с.
5. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. - М. : Наука, 1986. - 288 с.
6. Основы моделирования сложных систем: учеб. пособ. для студентов вузов; под ред. И. В. Кузьмина. - К. : Высшая школа, 1981. - 360 с.