

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СТРУКТУР ГВС

Вступ. Різноманітність рішень при синтезі організаційно-технологічних структур гнучких виробничих систем (ОТС ГВС) визначається в загальному випадку множиною можливих реалізацій гнучких виробничих модулів (ГВМ), а також множиною можливих організацій взаємодії між ними з метою виконання ГВС, яка розробляється, висунутих до неї функціональних вимог [1]. Оскільки кількість ГВМ в ГВС відносно невелика, що характерно і для можливих технічних реалізацій ГВС на їх основі, то нові властивості ГВС досягаються в основному за рахунок зміни організації взаємодії між ГВМ.

Очевидно, що вирішення задачі розпізнавання різноманіття можливих проектних рішень ОТС ГВС може бути досягнуто формальними методами на основі використання сучасної обчислювальної техніки (ОТ), якщо будуть визначені загальні принципи побудови ОТС ГВС та можливі способи їх технічної реалізації. Використання такого підходу дозволить перейти від використання типових варіантів структур ГВС до направленої формування оптимальних ОТС ГВС з врахуванням інтегрованого показника.

Аналіз попередніх досліджень. Однією з проблем оптимального проектування ОТС ГВС є координація локальних проектних рішень з метою отримання їх найкращих в заданому сенсі просторових побудов. Вибір принципу координації та можливість отримання на його основі оптимального вирішення поставленої задачі визначається, як відомо [2], відношеннями між локальними цільовими функціями, які обумовлюються неспівпадінням умов оптимуму для операцій організаційної, структурної та технологічної оптимізації ОТС ГВС.

Вказані вище причини не дають можливості отримати оптимальне рішення на рівні узагальненої ОТС ГВС. Тому для практичної реалізації означених вище задач використовуються евристичні підходи [3], які здійснюються з метою пошуку найбільш раціональних рішень. Таким чином, рішення, яке вибирається, є найкращим тільки серед розглянутих варіантів ОТС ГВС і можуть бути далеко не оптимальними, якщо виходити з усієї множини можливих рішень.

З вище сказаного можна зробити висновок, що визначити всі можливі варіанти евристичними методами і вибрати найкраще рішення ОТС ГВС повним перебором можливих варіантів практично неможливо. Необхідна така стратегія направленої формування ОТС ГВС, яка б дозволила сумістити операції організаційної, структурної та технологічної

оптимізації. Проведені дослідження показали, що цього можна досягти шляхом використання методів оптимальної композиції, які засновані на використанні формальних прийомів індукції проектних рішень [4]. Одна з основних проблем в реалізації цього напрямку відносно до ГВС, полягає в розробці формальних методів, які дозволяють ОТ здійснювати пошук можливих просторових побудов ОТС ГВС та виділяти домінуючі рішення.

Мета роботи. Розробка формальних методів пошуку можливих просторових побудов ОТС ГВС та виділення серед них домінуючих рішень.

Матеріал і результати дослідження. Можливість варіації положення ГВМ в ОТС ГВС призводить до виникнення задачі пошуку її оптимальної просторової побудови. Зважаючи на те, що число допустимих варіацій кінцеве та невелике, то рішення цієї задачі може бути знайдене шляхом співставного аналізу результатів структурного синтезу ОТС ГВС при заданій множині варіантів її просторової організації. Для цього попередньо розглянемо умови конкурентоспроможності можливих варіантів структурної організації ОТС ГВС.

Як вже відмічалось раніше, вирішення задачі побудови оптимальної ОТС ГВС в загальному випадку припускає вибір найкращого в заданому сенсі варіанту ОТС ГВС з урахуванням основних організаційних - O , технологічних - T та структурних - C показників. Відомі методи прийняття рішень при багатьох критеріях базуються на відображенні простору можливих рішень в простір витоків, які описуються прийнятою сукупністю критеріїв [5]. Однак при вирішенні задачі оптимальної композиції в n -мірному критеріальному просторі ці умови не задовольняються, бо невідома як множина можливих альтернативних рішень, так і відповідний їй простір витоків. Тому спочатку послідовно вирішуються задачі оптимальної композиції ОТС ГВС по кожному критеріальному показнику окремо і на основі отриманих даних здійснюється побудова області ефективних рішень, а потім здійснюється процес оптимальної самоорганізації конкурентоспроможних варіантів до моменту задоволення означених обмежень та вибір найкращого рішення у відповідності до цільової функції.

Сформулюємо умови конкурентоспроможності можливих варіантів ОТС ГВС. Припустимо, що для вирішення задачі оптимальної просторової побудови ОТС ГВС синтезовані її варіанти $gotc_1, gotc_2, gotc_3$, які мають відповідні оптимальні значення мінімізуємих критеріальних показників $Kp_{gotc_1}^{Opt}, Kp_{gotc_2}^{Opt}, Kp_{gotc_3}^{Opt}$ (тобто $n = O, C, T$). Нехай також синтезований деякий j -й варіант $gotc_j$, критеріальні показники якого задовольняють наступним умовам

$$Kp_{gotc_j}^O, Kp_{gotc_j}^C, Kp_{gotc_j}^T \leq \max \left\{ \begin{array}{l} Kp_{gotc_1}^{Opt}, Kp_{gotc_1}^C, Kp_{gotc_1}^T; Kp_{gotc_2}^O \\ Kp_{gotc_2}^{Opt}, Kp_{gotc_2}^T; Kp_{gotc_3}^O, Kp_{gotc_3}^C, Kp_{gotc_3}^{Opt} \end{array} \right\}$$

Під конкурентоспроможним, у даному випадку, будемо розуміти такий синтезований варіант ОТС ГВС, значення критеріальних показни-

ків якого не виходять за межі метричного простору, що обмежений відповідними значеннями показників найкращих варіантів по кожному з критеріїв, які враховуються.

Тоді, якщо

$$Kp_{gots_j}^O Kp_{gots_j}^C Kp_{gots_j}^T \prec Kp_{gots_1}^{Opt} Kp_{gots_1}^C Kp_{gots_1}^T,$$

то маємо

$$Kp_{gots_j}^O \succ Kp_{gots_1}^{Opt}$$

і, отже повинна дотримуватись умова

$$Kp_{gots_j}^C Kp_{gots_j}^T \prec Kp_{gots_1}^C Kp_{gots_1}^T.$$

Допустимо, що

$$Kp_{gots_j}^C \succ Kp_{gots_1}^C,$$

тоді повинна дотримуватись умова

$$Kp_{gots_j}^T \succ Kp_{gots_1}^T,$$

тобто по одному з критеріїв синтезований варіант $gots_j$ структурної організації ОТС ГВС кращий за варіант $gots_1$. У випадку, коли

$$Kp_{gots_j}^O Kp_{gots_j}^C Kp_{gots_j}^T = Kp_{gots_1}^{Opt} Kp_{gots_1}^C Kp_{gots_1}^T$$

то відносна поступка по критерію $Kp_{gots_j}^C$ для варіанта $gots_j$ при прийнятних вище допущеннях не повинна перевищувати відносний вигравш по відповідному критеріальному показнику варіанта $gots_1$.

Таким чином, при виконанні означених вище умов синтезований варіант ОТС ГВС є конкуренто-спроможним і може бути включений до деякої підмножини ефективних рішень.

Очевидно, що наведені вище висновки справедливі і при порівнянні критеріальних показників синтезованого варіанта $gots_j$ з критеріальними показниками варіантів $gots_2$ та $gots_3$.

Отже умови конкурентоспроможності j -го варіанту синтезованої ОТС ГВС можуть бути сформульовані наступним чином

$$\prod_{n \in K} Kp_{gots_j}^n \leq \max \left\{ \prod Kp_{gots}^{n^{opt}} \right\}, n = O, C, T, \dots, K$$

де K – множина критеріїв, які враховуються при визначенні підмножини ефективних рішень.

Визначивши умови конкурентоспроможності можливих варіантів ОТС ГВС перейдемо до розгляду задачі композиції її оптимальної структури.

Якщо визначений склад ГВМ $GM = \{gm_i\}, i [1, N]$, які формують майбутню ГВС, та їх спеціалізації $gm_i = \{OP_{ij}\}, j = [1, J]$, то використовуючи автоматизовані методи оптимальної композиції, можна синтезувати

цілісну ОТС ГВС. Для цього розглянемо спочатку найпростіший випадок, коли серед множини ГВМ є всього один “початковий” модуль $gm^{(II)}$ (модуль, який виконує операції, які є “початковими” для того або іншого об’єкту виробництва (ОВ) $o_i \in O$), один “кінцевий” модуль $gm^{(K)}$ (модуль, який виконує операції, які є “кінцевими” для того або іншого $o_i \in O$), та деяка множина внутрішніх модулів $\{gm_k^{(BH)}\} k = [1, K]$. Тоді задача композиції оптимальної ОТС ГВС може бути вирішена топологічними методами об’єднання вершин маршрутних графів $G(z_i(p_i))$ виготовлення відповідних ОВ $(z_i(p_i) = \prec z_{12}^i, z_{23}^j, z_{34}^i, \dots, z_{(d-1)d}^k \succ$ — кортеж зв’язків маршруту руху i -го ОВ на множині GM в рамках технологічного процесу його виготовлення: i - прямий зв’язок, j - зворотній зв’язок [1]) значення зв’язків елементів $gm_i \in GM$ яких вказують на доцільність вступу цих елементів в взаємодію. Таким чином, в даному випадку задача синтезу оптимальної ОТС ГВС зводиться до синтезу ланцюга L_{OTC} , який має, наприклад, мінімум зворотніх зв’язків, тобто

$$\min \left\{ \sum_{gm^{(II)}, gm^{(K)}} z_i^j(p_i) \right\}.$$

Для вирішення даної задачі може бути використаний ітераційний метод синтезу оптимального маршруту руху i -го ОВ з послідовним викликом модулів $gm \in \{gm_k^{(BH)}\}$ код вхідного зв’язку $z_{y_j}, y \in Y(gm_j)$ яких співпадає з кодом вхідного зв’язку $z_{x_i}, x \in X(gm_i)$ крайнього модуля композиції, яка формується.

Очевидно, що процес побудови такої графічної композиції доцільно починати з “кінцевого” модуля $gm^{(K)}$, а результатом його виконання буде композиція оптимальної ОТС ГВС G_{OTC}^{opt} між заданим “початковим” модулем $gm^{(II)}$ та “кінцевим” $gm^{(K)}$, для якої сума зворотніх зв’язків мінімальна.

Розглянутий вище метод композиції оптимальної ОТС ГВС може бути розповсюджений і на ГВС, які мають множину “початкових” та “кінцевих” gm_i . В цьому випадку послідовно здійснюється оптимальна композиція ланцюгів $L_{OTC_j}^{opt}$, які мають мінімальну кількість зворотніх зв’язків між відповідними “початковими” та “кінцевими” gm_i . Композиція оптимальної ОТС ГВС G_{OTC}^{opt} , в цьому випадку, здійснюється шляхом об’єднання сформованих структур мінімальних зворотніх зв’язків. В результаті формується структура з мінімальною кількістю зворотніх зв’язків

$$G_{OTC}(L_{OTC}^{opt}) = \bigcup_{j=1}^J L_{OTC_j}^{opt}.$$

відповідна формалізованому відображенню ОТС ГВС оптимальної по визначеному критеріальному показнику K .

Висновки. Розглянутий варіант вирішення задачі оптимальної композиції ОТС ГВС по своїй суті відповідає етапу евристичного пошуку про-

ектувальником ГВС деякої множини раціональних варіантів її ОТС, які потім підлягають проектним проробкам та їх оцінкам. Однак в даному випадку вибір таких варіантів здійснюється автоматизованими методами серед всього різноманіття можливих структурних організацій ОТС ГВС, що дозволяє у деякому сенсі гарантувати входження всіх можливих раціональних рішень до деякої підмножини ефективних рішень і що дійсно оптимальний варіант входить до цієї підмножини. Крім того, наведені методи дають можливість перейти від послідовного перебору можливих варіантів ОТС ГВС до направленої композиції їх конкурентоспроможних варіантів з урахуванням всієї множини прийнятих критеріальних показників.

Література

1. Ткач М.М. Синтез організаційно-технологічних структур ГВС // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Адаптивні системи автоматичного управління”. - Дніпропетровськ: ДНВП Системні технології, 2008. – Вип. 13(33). - С.129-134.
2. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Сов. радио, 1973. – 439с.
3. Ткач М.М. Реалізація процесу прийняття рішень при виборі організаційно-технологічних структур ГВС // Автомобільний транспорт. – Жарків: ХНАДУ, 2009. – Вип. 25. – С.270-273.
4. Лазарев И.А. Композиционное проектирование сложных агрегативных систем. – М.: Радио и связь, 1986. – 312с.
5. Кани Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях предпочтения и замещения. – М.: Радио и связь, 1981. – 560с.

Отримано 12.02.2010 р.