

ALGORITHM AND SELECTION PROGRAM OF HARDWARE AND SOFTWARE COMPLEX

A. Hryshchenko, V. Tregub

National University of Food Technologies

Key words:

*Software complex
Procedure of choice
Single-objective
algorithms
Multi-objective
algorithms*

Article history:

Received 28.07.2014
Received in revised form
12.08.2014
Accepted 25.08.2014

Corresponding author:

A. Hryshchenko

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

Determining the best HSC from all available variants is a rather complicated task because all properties of an object must be taken into account; the requirements to the control system must be considered; some reasonable compromise between various conflicting criteria (power, reliability, openness, cost, etc.) must be found. Therefore, it is important to consider the distinctive properties of HSC, allowing potential users to understand the differences between the complexes, to link the specific object properties and requirements of its automation features and settings of specific HSC. All these characteristics are interconnected. These problems can be solved using single- and multi-objective optimization algorithms.

АЛГОРИТМ І ПРОГРАМА ВИБОРУ ПРОГРАМНО- ТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

А.П. Грищенко, В.Г. Трегуб

Національний університет харчових технологій

Визначити найкращий ПТК з усієї їх сукупності, наявної на сучасних ринках, досить складно, оскільки при цьому треба враховувати всі властивості об'єкта, який автоматизується, знаходити раціональний компроміс між різними суперечливими критеріями (потужністю, надійністю, відкритістю, вартістю тощо). Зважаючи на це, важливо розглянути ті властивості ПТК, які відрізняють їх при використанні, дозволяють потенційним користувачам краще зрозуміти різницю між окремими комплексами, поєднати конкретні властивості об'єкта й вимоги до системи його автоматизації з характеристиками і параметрами конкретних ПТК. Усі ці характеристики взаємопов'язані і зміна однієї призводить до зміни інших. Вирішення таких проблем можливе за допомогою однокритеріальних і багатокритеріальних оптимізаційних алгоритмів.

Ключові слова: програмно-технічний комплекс, процедура вибору, однокритеріальні алгоритми, багатокритеріальні алгоритми.

АВТОМАТИЗАЦІЯ

При виборі ПТК, як і при виборі інших програмно-технічних засобів, спочатку формують умови вибору (УВ), множину показників вибору (ПВ) і вибирають найкращий ПТК з допомогою одного з алгоритмів однокритеріального або багатокритеріального вибору [1].

До УВ відносяться такі властивості технологічних об'єктів управління (ТОУ): тип ТОУ, його потужність, розподіленість змінних, кількість подібних ТОУ в галузі; а також такі властивості комп'ютерно-інтегрованих систем управління (КІСУ): необхідні функції КІСУ (контроль, управління) та їх сполучення, необхідна кількість пультів оператора (ПО), основні функції обробки інформації. Приклад формування множини УВ для цукрового виробництва представлений у табл. 1.

Таблиця 1. Множина умов вибору

| Характеристика властивостей ТОУ | |
|--|---|
| Тип ТОУ | Неперервний |
| Його потужність | 3 тис. тонн цукрових буряків на добу |
| Розподіленість змінних | Наявна |
| Кількість подібних ТОУ в галузі | Деякі десятки |
| Характеристика властивостей КІСУ | |
| Необхідні функції КІСУ | Контроль, управління, диспетчеризація, облік |
| Необхідна кількість пультів оператора (ПО) | 10 пультів оператора |
| Основні функції обробки інформації | Вимірювання значень технологічних параметрів; збирання, сортування та розподіл даних про стан об'єкта; функція технологічного діагностування: контроль змін технологічного стану, пошук місця цих змін, оцінка глибини (обсягу) змін стану об'єкта діагностування |
| Кількість величин, що вимірюються | Деякі сотень дискретних і аналогових величин (змінних) |
| Вимоги до динаміки оновлення інформації, обсягу архіву, форм дисплейних кадрів, зручності і повноти представлення інформації оператору | Оновлення інформації кожні 5 с та за зміною значення, час зберігання архівних даних основних ділянок 1 місяць, допоміжних — 2 тижні, використовується екранна мнемосхема (постійна, діалогова та спливаюча) |
| Вимоги до надійності отримання і представлення інформації оператору | Представлення інформації в повному обсязі за вимогою оператора |

Множина показників вибору п'яти відомих ПТК наведена в табл. 2.

Таблиця 2. Множина показників вибору ПТК

| Показники вибору | Програмно-технічні комплекси | | | | |
|----------------------------------|------------------------------|-----------|----------|----------|------------|
| | DeltaV | Круг-2000 | Круїз | Торнадо | Advant OCS |
| Структура системи | | | | | |
| Максимальна можлива кількість РС | до 60 РС | до 45 РС | до 45 РС | до 40 РС | до 50 РС |

| Показники вибору | Програмно-технічні комплекси | | | | |
|---|--|---|--|--|--|
| | DeltaV | Круг-2000 | Круїз | Торнадо | Advant OCS |
| Кількість ієрархічних рівнів РС | Чотири | три | три | три | чотири |
| Кількість ієрархічних рівнів обчислювальних мереж | чотири | три | три | три | чотири |
| Стандартизація і відкритість | | | | | |
| Застосування ОС | Windows NT | Windows NT4.0 | Windows NT | Windows NT | Windows NT |
| Застосування стандартних мереж на верхніх рівнях | Ethernet | Ethernet та Fast Ethernet | Ethernet | Ethernet, CANbus | Ethernet |
| Відкриті Scada-програми | Вбудоване ведення архіву Event Chronicle и Plant Event Historian | КРУГ-2000 | Trace Mode | Citect | DigiVis V6.2 |
| Характеристика контролерів | | | | | |
| Контролер | DeltaV | Trei-05B | micro-PC | MIF | АС 800F |
| Максимальна кількість входів-виходів | До 1536 сигналів на 1 контролер, на ПТК - до 30000 | На 1 контролер - від 1 до 576, на ПТК – до 30000 сигналів | До 600 дискретних та аналогових сигналів | 1000 дискретних, 500 аналогових сигналів | 230 аналогових і 420 дискретних сигналів |

На базі УВ формують множину показників вибору (ПВ) за такими групами: структура системи, стандартизація та відкритість, характеристика контролерів, характеристика блоків вводу-виводу даних, характеристика ПО, динамічні характеристики, надійність роботи тощо.

Серед сформованих ПВ виділимо три підмножини:

- функціональних ПВ, які визначають призначення ПТК, способи його застосування і виконувани функції. До даної підмножини належить структура системи, стандартизація та відкритість, характеристика ПЗ;

- обмежувальних ПВ, яка є числовою величиною. Сюди слід віднести характеристики контролерів: пам'ять, робоча частота, розрядність; динамічні характеристики. З допомогою функціональних та обмежувальних ПВ усікають множину альтернативних рішень вибору (АРВ), тобто ПТК.

- порівнювальних ПВ. До ПВ відносяться потужність, надійність, вартість, кількість входів-виходів. Дана підмножина формує комплексний показник якості ПТК, з допомогою якого і визначають найкращий ПТК при однокритеріальній багатопараметричній процедурі вибору.

Найпоширенішими процедурами вибору є однокритеріальні багатопараметричні та багатокритеріальні багатопараметричні алгоритми вибору, в яких для формування критерію вибору використовують кілька порівняльних ПВ. Для реалізації розроблених процедур вибору обрано середовище Turbo Pascal і систему підтримки прийняття рішень (СППР).

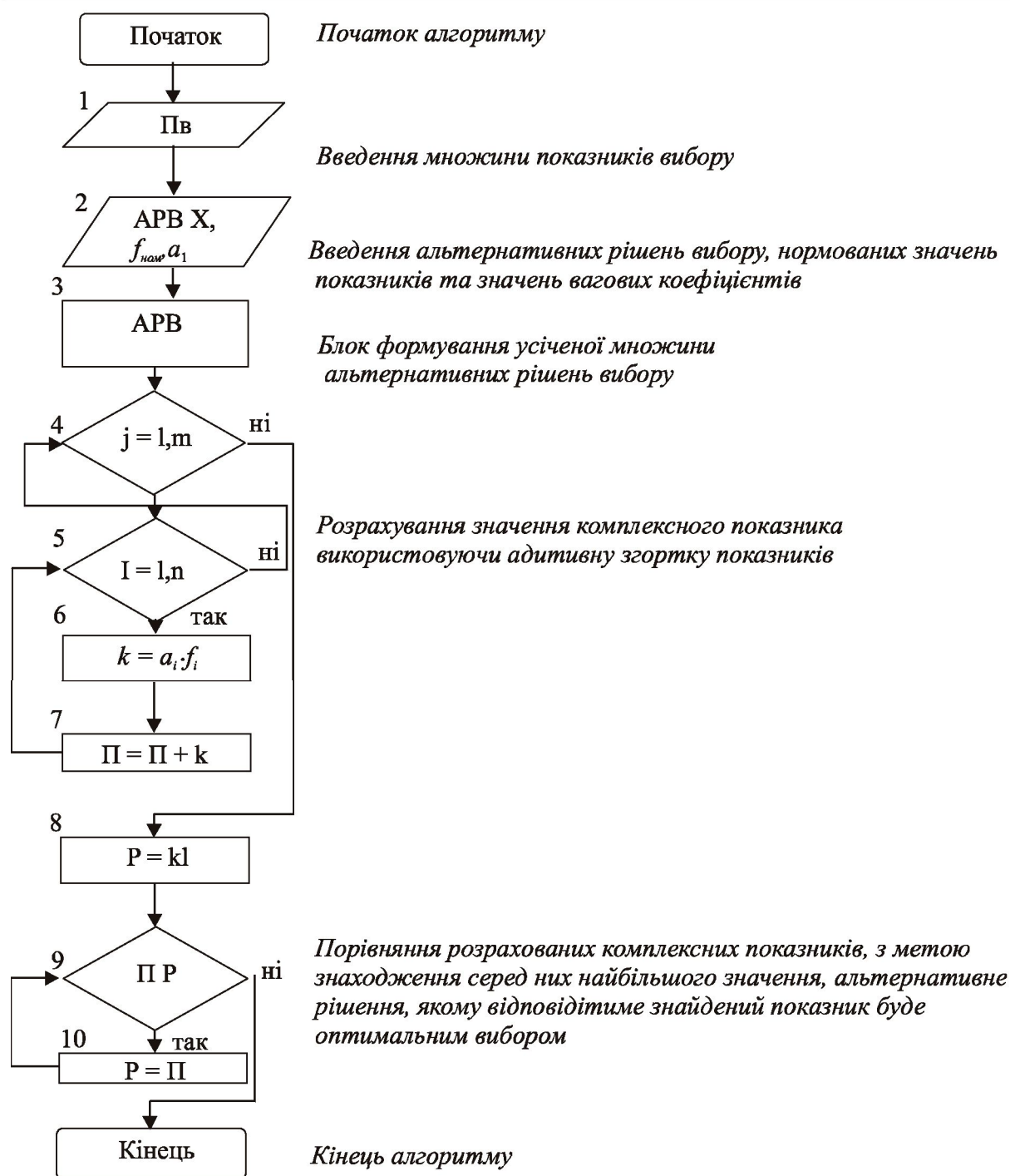


Рис.1. Алгоритм однокритеріальної процедури вибору

Перевагами мови Паскаль є:

1. Простий синтаксис мови, невелика кількість базових понять, програми на Паскалі легко читаються.
2. Досить низькі апаратні та системні вимоги як самого компілятора, так і програм, написаних на Паскалі.
3. Універсальність мови. Мова Паскаль застосована до розв'язання практично всіх задач програмування.
4. Підтримка структурного програмування, програмування "згори-вниз", а також об'єктно-орієнтованого програмування.

На рис.1 представлений алгоритм однокритеріальної багатопараметричної процедури вибору, який включає в себе такі блоки:

1 блок — задається множина показників вибору ПТК, в якій виділяють три підмножини: підмножина функціональних, обмежувальних і порівнювальних ПВ;

2 блок — задається множина альтернативних рішень вибору (АРВ) X, тобто ПТК, вводяться нормовані значення показників $f_{ном}$ та значення вагових коефіцієнтів α_i ;

3 блок — з допомогою функціональних і обмежувальних ПВ відбувається формування усіченої множини альтернативних рішень вибору;

4 блок — початок циклу перебору альтернатив;

5 блок — початок циклу формування комплексного показника;

6 блок — обчислення добутку вагового коефіцієнта i -го показника на нормоване значення i -го показника першого АРВ;

7 блок — відбувається розрахунок суми добутків для першого АРВ, повернення циклу на блок 5, аналогічний розрахунок відбувається ще для всіх АРВ;

8 блок — відбувається присвоєння деякій величині Р значення комплексного показника k_1 для першого АРВ;

10 блок — визначаємо більше значення.

Для обґрунтування вибору основних показників альтернативних рішень вибору був проведений аналіз відомих на сучасному ринку ПТК у результаті чого були виявлені основні показники, які найбільш часто вживаються для опису їх характеристик. Як АРВ обрано п'ять програмно-технічних комплексів, що представлені на ринку: DeltaV, Круг-2000, Круїз, Торнадо, Advant OCS. Значення вагових коефіцієнтів ПВ і нормовані значення ПВ наведені в табл.3 та 4 відповідно. Вагові коефіцієнти були визначені експертами з урахуванням характеристик ПТК, наведених в табл.2, і вимог заводу.

Таблиця 3. Значення вагових коефіцієнтів

| Позначення ПТК | DeltaV | Круг-2000 | Круїз | Торнадо | Advant OCS |
|--------------------------|--------|-----------|-------|---------|------------|
| Потужність | 0,3 | 0,16 | 0,15 | 0,2 | 0,24 |
| Вартість | 0,02 | 0,38 | 0,4 | 0,47 | 0,09 |
| Надійність | 0,1 | 0,1 | 0,14 | 0,08 | 0,12 |
| Кількість входів-виходів | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,07 |
| Кількість РС | 0,5 | 0,3 | 0,25 | 0,2 | 0,48 |

Таблиця 4. Нормовані значення ПВ

| Позначення ПТК | DeltaV | Круг-2000 | Круїз | Торнадо | Advant OCS |
|--------------------------|--------|-----------|-------|---------|------------|
| Потужність | 7 | 3,3 | 3 | 4 | 5 |
| Вартість | 0,5 | 3 | 2,7 | 3 | 0,6 |
| Надійність | 1 | 0,8 | 0,7 | 0,6 | 0,9 |
| Кількість входів-виходів | 1,5 | 1,5 | 1 | 1,4 | 1,1 |
| Кількість РС | 2 | 1,5 | 1,5 | 1,3 | 1,7 |

Комплексний показник якості ПТК визначався за формулою:

$$k = \sum a_i \cdot \eta_i \quad (1)$$

де $i \in 1, n$; a_i — ваговий коефіцієнт i -го показника,; η_i — нормоване значення i -го показника. Нормоване значення i -го показника розраховується за формулою:

$$\eta_i = \frac{x_{si}}{\chi_{сн\text{ом}}}, \quad (2)$$

де $\chi_{сн\text{ом}}$ — бажане значення для умов даної задачі; x_{si} — поточне значення.

Оскільки чим нижча вартість обраного ПТК, тим краще для заводу, то для розрахунку комплексного показника в табл. 4 наведені обернені нормовані значення вартості.

Для реалізації багатокритеріальної багатопараметричної процедури вибору використаємо систему підготовки прийняття рішень (СППР), яка є аналітичною системою, побудованою на методі аналізу ієрархій (МАІ) [2]. При цьому вибір ПТК виконується за таким алгоритмом.

На першому етапі будується ієрархічна система, що складається з трьох рівнів: мета, критерії й альтернативи, які повинні бути оцінені спочатку за критеріями другого рівня, а потім з точки зору загальної мети.

На другому етапі створюють матриці парних порівнянь для кожного рівня. Попарне порівняння всіх локальних критеріїв проводиться за допомогою шкали лінгвістичних оцінок. Правильність визначення значень локальних критеріїв перевіряється за допомогою індексу узгодженості матриці парних порівнянь. На основі індексу узгодженості розраховується показник відношення узгодженості.

Далі локальні пріоритети, починаючи з другого рівня, перемножуються на пріоритет відповідного критерію на вищому рівні і підсумовуються по кожному елементу, тобто розраховується глобальний критерій для кожного елемента ієрархії за адитивним принципом.

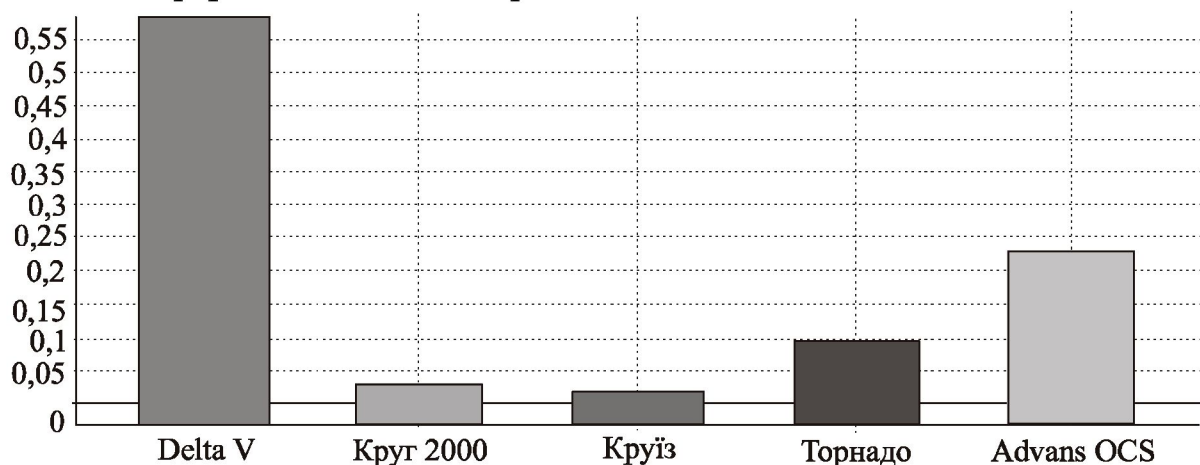


Рис. 2. Діаграма результатів вибору ПТК

Експериментальна перевірка запропонованих алгоритмів проводилась на задачі вибору ПТК для цукрового заводу потужністю 3000 т/буряку за добу.

При використанні першого алгоритму були отримані такі значення комплексного показника K : $K_1(\text{Delta V}) = 3,892$; $K_2(\text{Круг-2000}) = 1,555$; $K_3(\text{Круїз}) = 1,212$; $K_4(\text{Торнадо}) = 1,664$; $K_5(\text{Advant OCS}) = 2,333$. Отже, оскільки за розрахунками значення комплексного показника ПТК Delta V є найбільшим, то даний ПТК є оптимальним рішенням вибору для даного об'єкта.

У результаті обчислень, проведених у блоці прийняття рішень СППР, були отримані результати, представлені на рис.2, що, практично, збігаються з розрахунками за першим алгоритмом.

Висновки

Таким чином, збіжність результатів вибору ПТК за обома алгоритмами свідчать про ефективність їх застосування для розв'язання цієї задачі. Розроблені алгоритми і програми однокритеріального багатопараметричного та багатокритеріального вибору ПТК дають змогу формалізувати й ефективно розв'язувати цю складну задачу.

Література

1. Трегуб В.Г. Проективання систем автоматизації: Курс лекцій для студентів спеціальності 7.092501 — «Автоматизоване управління технологічними процесами» заоч. форми навчання / В.Г. Трегуб — К.: НУХТ, 2007. — 42 с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.

АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА ВЫБОРА ПРОГРАММНО - ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

А.П. Грищенко, В.Г. Трегуб

Национальный университет пищевых технологий

Определение наилучшего ПТК со всей их совокупности, имеющейся на современных рынках, далеко не однозначная и не простая задача, так как при этом надо учитывать все свойства объекта, который автоматизируется, находит рациональный компромисс между различными противоречивыми критериями (мощностью, надежностью, открытостью, стоимостью и др.). Ввиду этого важно рассмотреть те свойства ПТК, которые отличают их при использовании, позволяют потенциальным пользователям лучше понять разницу между отдельными комплексами, связать конкретные свойства объекта и требования к системе его автоматизации с характеристиками и параметрами конкретных ПТК. Все эти характеристики между собой связаны и изменение одной ведет к изменению других. Решение таких проблем возможно с помощью однокритериальных и многокритериальных оптимизационных алгоритмов.

Ключевые слова: *программно-технический комплекс, процедура выбора, однокритериальные алгоритмы, многокритериальные алгоритмы.*