

В.А. Кирилович, к.т.н., доц.

І.Ю. Черепанська, доц.

Житомирський державний технологічний університет

## МЕТОДИЧНА ОСНОВА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИБОРІ ПРИСТРОЇВ ОРІЄНТУВАННЯ

*Запропоновано підхід до автоматизації процесу вибору пристроїв орієнтування для гнучких інтегрованих систем за рахунок використання методики автоматизованого вибору пристроїв орієнтування як основи системи підтримки прийняття рішень для автоматизації процесу керування вибором пристроїв орієнтування при проектуванні ГС.*

**Постановка проблеми.** При проектуванні гнучких інтегрованих систем (ГС) у машинобудуванні та приладобудуванні необхідно здійснювати вибір різного технологічного та інформаційного обладнання на етапі технологічної підготовки виробництва (ТПВ). При цьому необхідним є синтез структури системи орієнтації об'єктів виробництва (СООВ) [2, 4, 5, 6, 7] як складової технологічного обладнання. Синтез СООВ є багатоступінним і трудомістким процесом, який дозволяє визначити функціональну сумісність пристроїв орієнтування (ПО) та об'єктів виробництва (ОВ), але не дає однозначної відповіді щодо застосування конкретних ПО для автоматичного орієнтування ОВ. Для підвищення ефективності отримуваних рішень при виборі ПО необхідною є автоматизація процесу керування вибором ПО, що може бути забезпечено за рахунок створення нових технічних та програмних засобів підготовки та підтримки прийняття технічних рішень, зокрема системи підтримки прийняття рішень (СППР) із застосуванням різних методів і спеціальних засобів (баз даних, інтерактивних комп'ютерних систем, штучного інтелекту, наприклад, нейромереж тощо). В основу функціонування СППР повинна бути покладена загальна методика автоматизованого вибору ПО, необхідність розробки якої є очевидною.

**Аналіз останніх джерел і публікацій** показав, що задача автоматизованого вибору ПО є багатокритеріальною задачею оптимізації, яка передбачає отримання в певному значенні найкращого результату за певними критеріями оптимальності [1, 2, 4, 8, 9,]. Причому результатом в контексті розглядуваної проблеми можна вважати отримання ефективного складу СООВ. Під ефективним складом СООВ розуміється оптимальне поєднання комплексу техніко-економічних показників ПО, що кількісно характеризують систему. В такому випадку обирається такий склад СООВ, який дозволить забезпечити автоматизоване орієнтування ОВ із заданою точністю, продуктивністю тощо при найменших економічних витратах. При цьому необхідно враховувати деякі специфічні особливості задачі автоматизованого вибору ПО, які полягають у тому, що ряд показників ПО, зокрема тих, що визначають дискретність орієнтування, технологічну гнучкість ПО тощо, задаються не в кількісній формі, а якісно, тобто мають описовий характер, є різними за змістом і за значенням.

**Мета статті.** На підставі аналізу процесу вибору ПО як багатокритеріальної задачі оптимізації при проектуванні гнучких інтегрованих систем сформулювати методику автоматизованого вибору ПО як основу СППР для автоматизації процесу вибором ПО.

**Основний матеріал.** Основою автоматизації процесу вибору ПО є прийняття технічних рішень, що полягає в контексті розглядуваної проблеми у визначенні раціонального складу СООВ як інтегрованого середовища функціонально взаємодіючого комплексу ПО та ОВ, тобто фактично визначення конкретних моделей ПО для забезпечення автоматичного орієнтування конкретних ОВ для заданих умов технологічного процесу за відповідними критеріями.

При автоматизованому виборі ПО аналіз множини можливих до застосування ПО необхідно проводити як з технічних, так і економічних міркувань, визначаючи відповідні показники, що можуть впливати на ефективність функціонування СООВ в цілому. Такими показниками можуть бути, наприклад, наведені нижче показники.

1. Всі ПО характеризуються трьома основними експлуатаційними ознаками, які входять до їх технічних характеристик:

- 1) *точністю орієнтування*  $\Delta$ , яка визначається найчастіше граничним (іноді середнім квадратичним) відхиленням фактичних координат положення ОВ, що орієнтується, від заданих;
- 2) *цикловою продуктивністю*  $Q$  – кількістю ОВ, які орієнтуються за одиницю часу;
- 3) *технологічною гнучкістю*  $\Gamma$  – діапазоном типорозмірів ОВ, що можуть бути орієнтовані ПО.

При цьому додатково можна враховувати вимоги щодо *надійності*  $H$  або *працездатності* ПО.

Вказані експлуатаційні характеристики можуть бути використані як критерій, наприклад, технічної відповідності ПО  $K_T$ .

2. При автоматизованому виборі ПО обов'язковими є врахування їх економічних показників, до яких можна віднести:

- 1) *одноразові витрати*  $E_1$ , пов'язані з придбанням та монтажем обладнання;
- 2) *щомісячні витрати*  $E_2$ , пов'язані з утриманням обладнання: витрати на заробітну плату основних робітників (наладчиків та робітників-операторів, що будуть обслуговувати обладнання); витрати на енергоспоживання; витрати на утримання виробничих площ; витрати на амортизацію, знос та утримання (витрати на мастильні матеріали тощо) обладнання; накладні витрати (витрати на заробітну плату інженерно-технічних робітників, обслуговуючого персоналу та допоміжних робітників, витрати з утримання транспорту тощо).

Вказані економічні показники можуть бути використані, наприклад, як критерій економічних витрат  $K_E$ .

При цьому весь комплекс показників можна розбити на два класи:

1. *позитивні показники*, що мають позитивний вплив на якість системи, тобто збільшення їх кількісної міри викликає збільшення якості системи. До них можна віднести, наприклад, циклову продуктивність, технологічну гнучкість тощо;
2. *негативні показники*, що мають негативний вплив на якість системи при збільшенні їх кількісної міри. До них можна віднести точність орієнтування, величину щомісячних витрат тощо.

Всі показники системи є взаємопов'язаними: збільшення кількісної міри позитивних показників може призвести до збільшення значення негативних показників та навпаки. Наприклад збільшення точності орієнтування може призвести до збільшення вартості ПО та відповідно величини одноразових витрат.

В такому випадку задача автоматизованого вибору ПО зводиться до визначення варіанта компонування СООВ, при якому сума значень позитивних показників ПО є найбільшою, а сума негативних показників є найменшою з урахуванням важливості кожного показника. Очевидно, що найкращим є варіант, який задовольняє вимогам мінімуму економічних витрат  $K_E \rightarrow \min$  та максимуму технічної відповідності  $K_T \rightarrow \max$ .

Кількісним виразом цілі може бути так званий сукупний параметр якості  $F_0$ , що виражається через значення позитивних і негативних показників з урахуванням важливості кожного показника, або так званий зважений критерій [10, 12]. Способи оптимізації сукупного параметра якості  $F_0$  (або зваженого критерія), що запропоновані в літературі [10, 12], зводяться до визначення всіх часткових функцій цілі та їх вагових коефіцієнтів, що визначають відносну важливість цих функцій. При цьому знаходиться "компромісне" рішення, що задовольняє всі висунуті вимоги [10, 12].

З врахуванням зазначеного сукупний параметр якості  $F_0$  можна представити як функцію, що залежить від кількісного значення критеріїв економічних витрат  $K_E$  та технічної відповідності  $K_T$  і значення якої необхідно максимізувати:

$$F_0 = f(K_T, K_E) \rightarrow \max. \quad (1)$$

Зазначене вказує на багатоетапність процесу автоматизованого вибору ПО та вимагає формування загальної методики автоматизованого вибору ПО. При цьому стратегія автоматизованого вибору ПО може бути реалізована за наступною послідовністю.

I. Здійснюється формування множини ПО, функціонально узгодженої з ОВ, тобто множини технологічно-можливих варіантів складу СООВ.

II. Із попередньо сформованої множини ПО формується підмножина, що задовольняє ваговий критерій ПО та ОВ.

III. На підставі отриманої попередньо підмножини ПО здійснюється їх вибір за критеріями технічної відповідності та економічних витрат.

Зазначене вище дає можливість формування багатоетапної методики автоматизованого вибору ПО, яка на кожному з етапів вибору ПО дозволяє звужити область пошуку оптимального рішення.

I етап – формування множини функціонально узгоджених ПО та ОВ (технологічно-можливих варіантів складу СООВ) тобто фактично множини різних за своїм складом варіантів СООВ.

II етап – формування множини ПО, що задовольняють ваговий критерій.

III етап – вибір оптимального складу СООВ за сукупним параметром якості  $F_0$ , що враховує технічні та економічні показники ПО.

На кожному етапі фактично здійснюється пошук оптимального складу СООВ. При цьому результати, отримані на кожному з попередніх етапів автоматизованого вибору ПО, є вихідними даними для наступного етапу, варіанти СООВ, що були відкинуті на попередніх етапах, у подальшому не розглядаються. Узагальнена послідовність вирішення задач пропонованої методики вибору ПО представлена на рис. 1.

На I етапі пропонованої методики автоматизованого вибору ПО здійснюється синтез та формалізований опис СООВ, в результаті чого отримується множина ПО функціонально та конструктивно узгоджених із ОВ, що орієнтується. Критеріями функціонального та конструктивного

узгодження ПО та ОВ є забезпечення складу орієнтуючих рухів (СОР), що виконуються ОВ при автоматичному орієнтуванні, та типи силових впливів (ТСВ), що виникають при функціональній взаємодії ПО та ОВ [2, 5, 6, 7, 11]. Послідовність виконання задач цього етапу наведена на рис. 2.

На II етапі здійснюється перевірка запропонованої множини варіантів СООВ, зокрема ПО за ваговим критерієм. Всі варіанти, що не задовольняють вказані вимоги, відкидаються. Будь-який варіант складу синтезованої СООВ, що задовольняє вказані вимоги, може вважатись технічно-можливим для забезпечення автоматичного орієнтування ОВ. Послідовність виконання задач цього етапу наведена на рис. 3.

На III етапі здійснюється технічна та економічна оцінка отриманих варіантів СООВ, тобто фактично безпосередній вибір ПО із множини можливих, що задовольняють економічні вимоги та вимоги технічної відповідності. Перевага надається тим варіантам, у яких забезпечується максимальна точність орієнтування, циклова продуктивність, надійність роботи та технологічна гнучкість при мінімумі економічних витрат при проектуванні, впровадженні та експлуатації ПО. Кінцевим результатом автоматизованого вибору ПО можна вважати впорядковану множину ПО за зменшенням величини сукупного параметра якості  $F_0$ . Послідовність виконання задач цього етапу наведена на рис. 3.

При цьому розв'язки задач, вирішених раніше, є вихідними даними для наступних. З врахуванням зазначеного в задачу необхідно ввести додаткові умови, які передбачають отримання розв'язків, що не дорівнюють нулю.

Так, якщо отриману множину можливих складів СООВ записати як

$$\{SOOV_n^t \mid n = \overline{1, N}; t = \overline{1, T}\}, \quad (2)$$

де  $n$  – номер варіанта складу СООВ;  $i$  – номер частинної задачі, після розв'язку якої отримана множина варіантів СООВ;  $t$  – кількість варіантів СООВ; обмеження передбачають, що сумарна кількість отриманих розв'язків кожної задачі повинна бути більшою нуля (потужність отриманої множини рішень 1 і більше):

$$|\sum SOOV_n^t| > 0. \quad (3)$$

Отриманий розв'язок кожної задачі перевіряється на відповідність (3). При невиконанні нерівності (3) за оптимальний результат приймається розв'язок попередньої частинної задачі.

Графічна інтерпретація запропонованої методики автоматизованого вибору ПО може бути представлена за допомогою кіл Ейлера, які є зручним інструментом для наочної ілюстрації множин та відношень між ними (рис. 4).

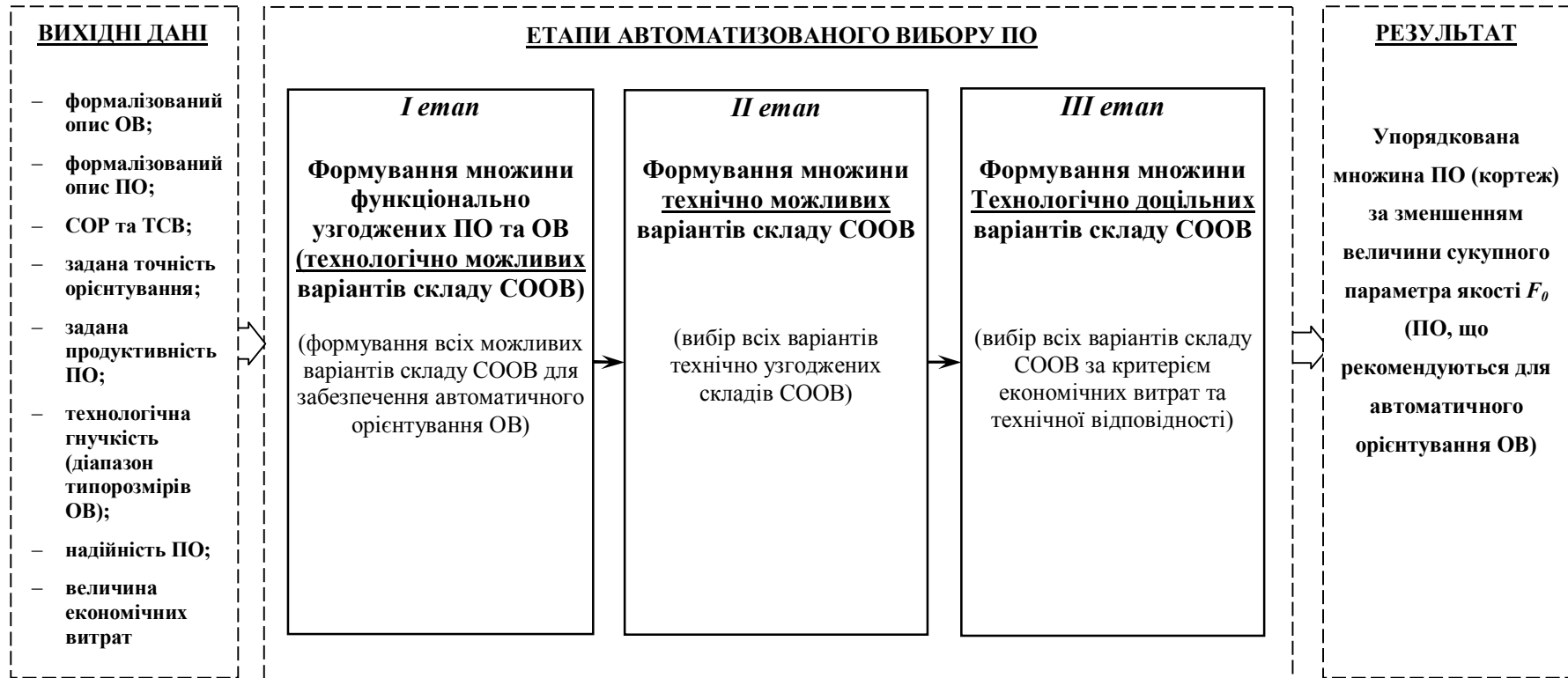


Рис. 1. Методика автоматизованого вибору ПО

**ВИХІДНІ ДАННІ**

**ВИБІР ПО**

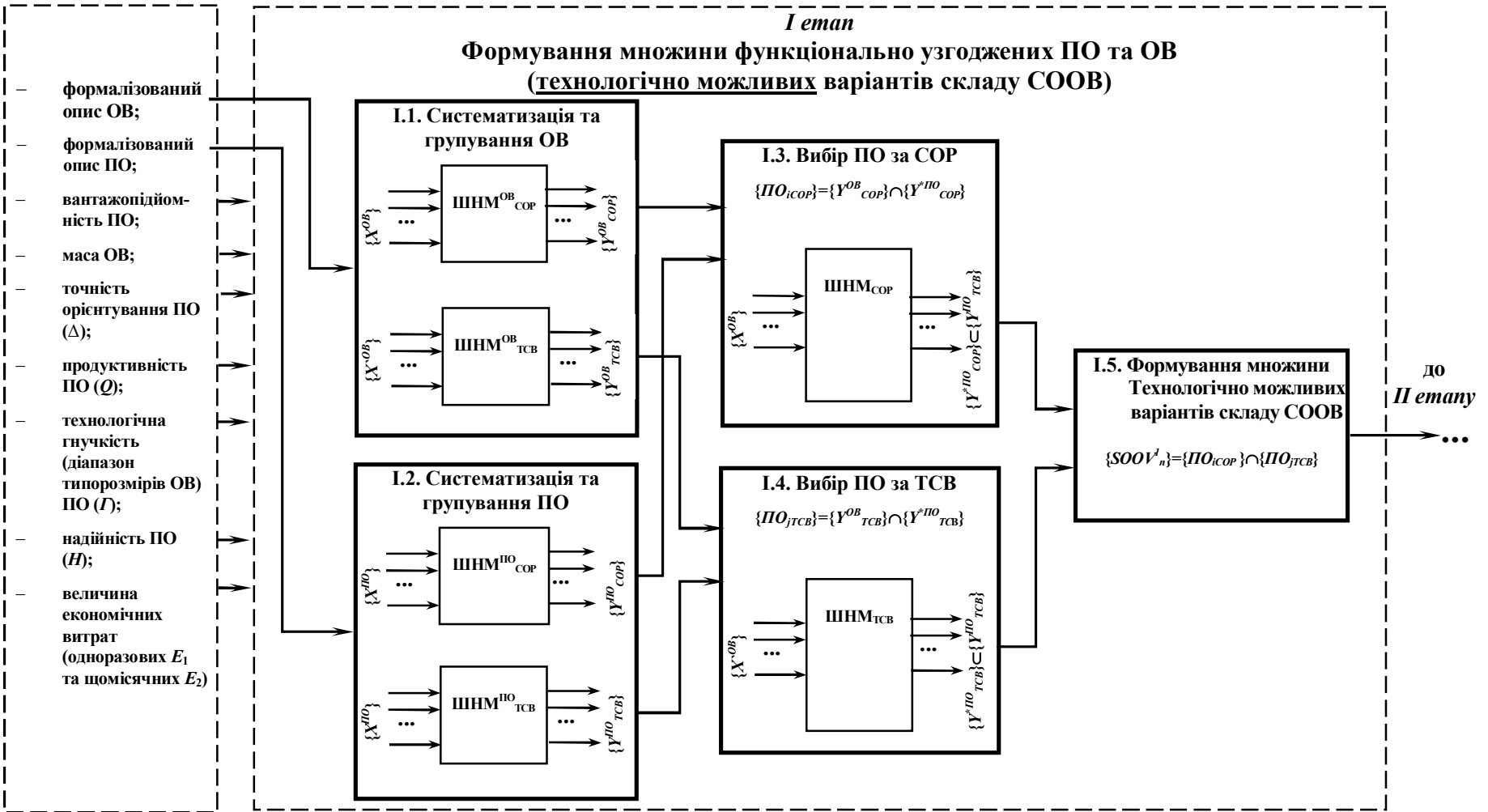


Рис. 2. Складові задачі розв'язання I етапу методики автоматизованого вибору ПО

## ВИБІР ПО

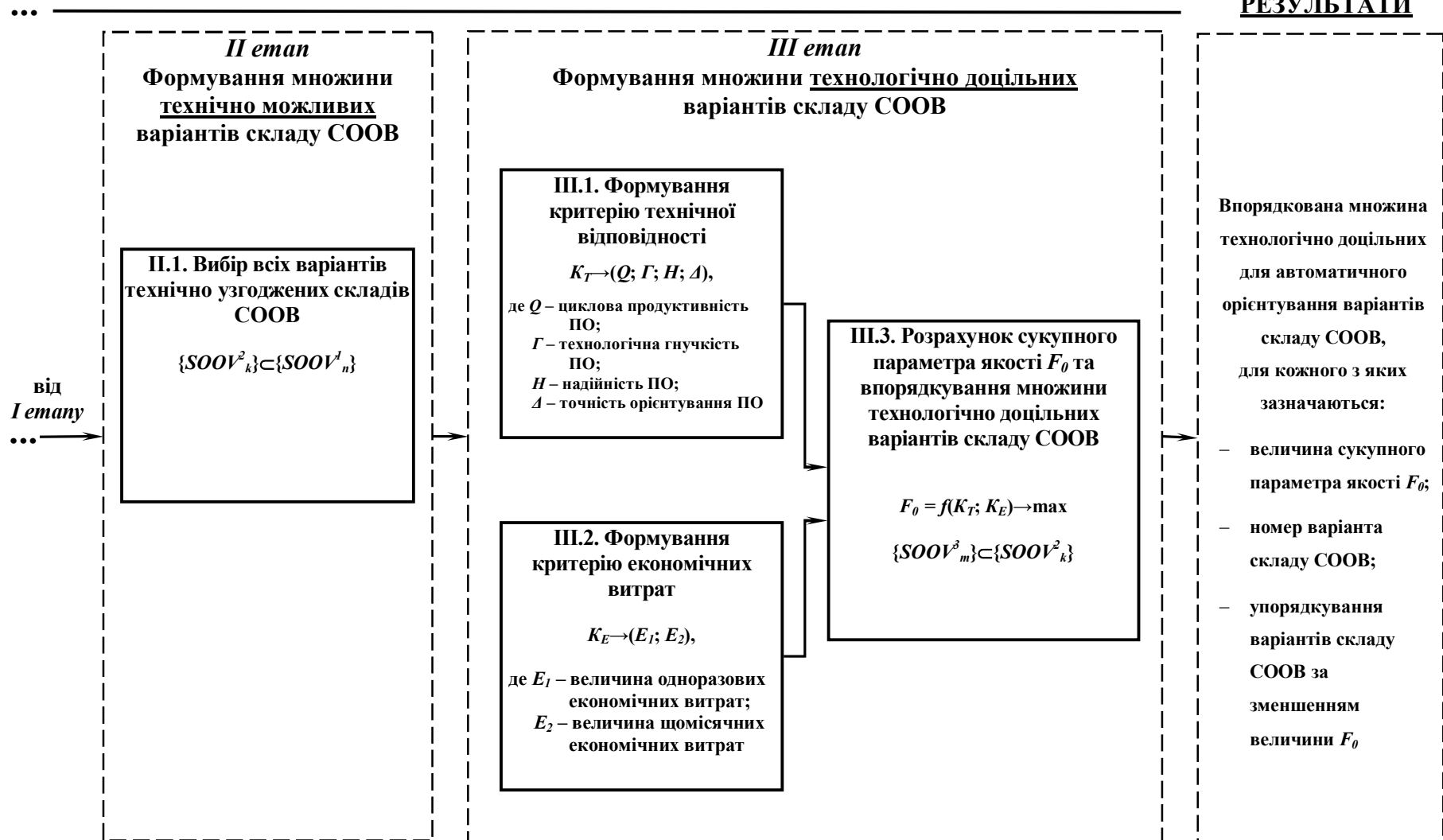


Рис. 3. Складові задачі розв'язання II та III етапів методики автоматизованого вибору ПО

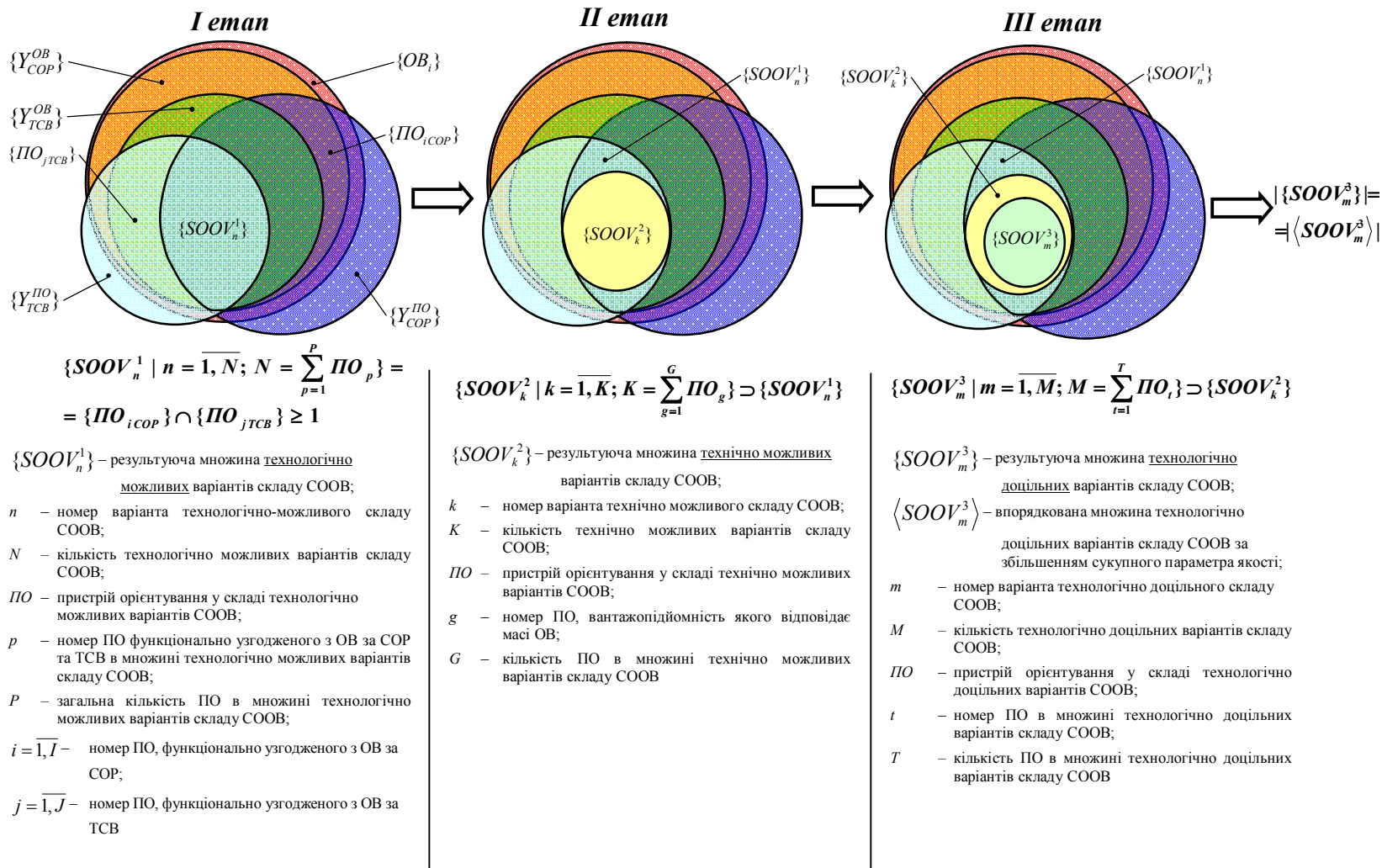


Рис. 4. Графічна інтерпретація розв'язання задач методикою автоматизованого вибору ПО

**Висновки.** Таким чином, методика автоматизованого вибору ПО може розглядатись як основа системи підтримки прийняття інженерних рішень у ринкових умовах розвитку промисловості на етапі вибору технологічного обладнання, зокрема ПО для гнучких виробничих систем при проектуванні ГІС. В зв'язку з цим отриманий кінцевий результат можна вважати як такий, що рекомендується до виконання та є оптимальним в контексті розглядуваної задачі. Крім того методика автоматизованого вибору ПО є основою СППР для автоматизації вибору ПО при проектуванні ГІС. Подальша інтеграція розробленого методичного, алгоритмічного та програмного забезпечення автоматизованого вибору ПО у загальному програмно-інформаційному середовищі призведе до підвищення якості та зменшення трудомісткості рішень, що приймаються при проектуванні ГІС, на етапі ТПВ, зокрема при виборі ПО.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник / Л.С. Ямпольський, П.П. Мельничук, Б.Б. Самококін та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 680 с.
2. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Використання нейромереж для задач класифікації об'єктів виробництва ГВС // Вісник ЖДТУ. – № 4 (39). – Житомир, 2006. – С. 185–197.
3. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Експериментальне дослідження роботи штучних нейромереж для задач класифікації об'єктів виробництва ГВС // Автоматизація: проблеми, идеи, рішення. Международная научн.-техн. конф. – г. Севастополь, 10–15 сентября 2007 г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – С. 111–113.
4. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Система підтримки прийняття рішень як основа автоматизованого вибору пристроїв орієнтування ГІС // Вісник ЖДТУ. – № 3 (46). – Житомир, 2008. – С. 136–141.
5. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Формалізований опис орієнтуючих рухів об'єктів роботизованих механоскладальних виробництв // Оптимизация производственных процес сов. – № 9. – Севастополь, 2006. – С. 53–59.
6. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Формалізований опис орієнтуючих рухів об'єктів роботизації на основі теорії кватерніонів // Вісник національного університету “Львівська політехніка”. – № 551. – Львів, 2006. – С. 114–122.
7. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Формалізований опис функції орієнтування об'єктів роботизованих механоскладальних виробництв // Вісник ЖДТУ. – № 1 (32). – Житомир, 2005. – С. 145–154.
8. Орлов А.И. Основы теории принятия решений. – М.: Март, 2002. – 51 с.
9. Орлов А.И. Теория принятия решений: Учебное пособие – М.: Март, 2004. – 656 с.
10. Панов А.Ф. Системный подход к оценке эффективности производства и качества продукции. Методические материалы и рекомендации. – Житомир, 1977. – 46 с.
11. Черепанська І.Ю. До питання формалізації систем об'єктів механоскладальних роботизованих виробництв // Збірник наукових праць Житомирського військового орденів Жовтневої Революції і Червоного Прапора інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова. – № 8. – Житомир, 2004. – С. 116–23.
12. Ямпольський Л.С., Калин О.М., Ткач М.М. Автоматизированные системы технологической подготовки робототехнического производства – К.: Выща шк., 1987. – 271 с.

КИРИЛОВИЧ Валерій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри автоматизації і комп'ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- автоматизація технологічної підготовки роботизованих механоскладальних виробництв;
- автоматизований синтез роботизованих механоскладальних технологій машино- та приладобудування.

E-mail: [kiril\\_v@mail.ru](mailto:kiril_v@mail.ru)

ЧЕРЕПАНСЬКА Ірина Юріївна – доцент кафедри автоматизації та комп'ютеризованих технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

- математичне моделювання;
- автоматизовані виробництва.

E-mail: [cheri2008@yandex.ru](mailto:cheri2008@yandex.ru)

Подано 25.10.2008



**Кирилович В.А., Черепанська І.Ю.** Методика автоматизованого вибору пристроїв орієнтування як основа системи підтримки прийняття рішень для автоматизації керування вибором пристроїв орієнтування

**Кирилович В.А., Черепанська І.Ю.** Методика автоматизованого вибору пристроїв орієнтування як основа системи підтримки прийняття рішень для автоматизації управління вибором пристроїв орієнтування

**Kyrylovych V.A., Cherepanska I.Y.** Technique of the automated choice of devices of orientation as a basis of system of support of decision-making for automation of management by a choice of devices of orientation

УДК 621.865.8

**Методика автоматизованого вибору пристроїв орієнтування як основа системи підтримки прийняття рішень для автоматизації управління вибором пристроїв орієнтування / В.А. Кирилович, І.Ю. Черепанська**

Предложен подход к автоматизации процесса выбора устройств ориентирования для гибких интегрированных систем за счет использования методики автоматизованного выбора устройств ориентирования как основы системы поддержки принятия решений для автоматизации процесса управления выбором устройств ориентирования при проектировании ГИС.

УДК 621.865.8

**Technique of the automated choice of devices of orientation as a basis of system of support of decision-making for automation of management by a choice of devices of orientation / V.A. Kyrylovych, I.Y. Cherepanska**

The approach to automation of process of a choice of devices of orientation for the flexible integrated systems at the expense of use of a technique of the automated choice of devices of orientation as bases of system of support of decision-making for automation of managerial process by a choice of devices of orientation is offered at designing FIS.