

УДК 621.865.8

**В. Кириллович, канд. техн. наук; І. Черепанська, канд. техн. наук;  
І. Коробійчук, канд. техн. наук**

*Житомирський державний технологічний університет*

## **ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ВИБОРОМ ПРИСТРОЇВ ОРІЄНТУВАННЯ ГНУЧКИХ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ**

*Запропоновано програмне забезпечення для автоматизації процесу вибору пристроїв орієнтування гнучких інтегрованих систем, що базується на попередньо запропонованій методиці автоматизованого вибору пристроїв орієнтування як основі системи підтримки прийняття рішень для автоматизації процесу керування вибором пристроїв орієнтування. У вказаному програмному забезпеченні використовується комплекс готових універсальних прикладних програм, які не вимагають додаткових організаційно-фінансових витрат, пов'язаних з їх освоєнням та придбанням.*

*Ключові слова:* автоматизація, програмне забезпечення, процес керування.

**V. Kyrylovych, I. Cherepanska, I. Korobiychuk**

## **THE SOFTWARE FOR AUTOMATION OF MANAGERIAL PROCESS BY THE CHOICE OF DEVICES OF ORIENTATION FIS FLEXIBLE INTEGRATED SYSTEMS**

*The software for automation of process of a choice of devices of orientation of the flexible integrated systems which is based on preliminary offered technique of the automated choice of devices of orientation as to a basis of system of support of decision-making for automation of managerial process by a choice of devices of orientation is offered. In the specified software the complex of ready universal applied programs which is used do not demand the additional organizational and financial expenses connected with their development and acquisition.*

*Key words:* automation, software, management process.

**Вступ.** На сучасному етапі розвитку промисловості значна увага приділяється проектуванню гнучких інтегрованих систем (ГІС) [1, 2], центральною частиною яких є гнучкі виробничі системи (ГВС). Останні побудовані на базі гнучких виробничих модулів (ГВМ), основою яких є промислові роботи (ПР), які, в свою чергу, у сукупності з різним технологічним обладнанням (ТО) утворюють роботизовані технологічні комплекси (РТК).

Одним з етапів проектування ГІС, зокрема при технологічній підготовці роботизованого виробництва, є вибір складу засобів технічного та технологічного оснащення РТК, який передбачає автоматизований вибір пристроїв орієнтування (ПО) як однієї із складових системи засобів упорядкування середовища (ЗУС) – системи спеціальних автоматичних пристроїв, які виконують певні функції процесу упорядкування об'єктів виробництва (ОВ) – деталей, складальних одиниць, комплектуючих виробів, з якими взаємодіє ПР. Функціонально взаємодіючий комплекс ПО та ОВ утворює розподілену у просторі та часі підсистему ГІС – систему орієнтації об'єктів виробництва (СООВ) [3-6].

Відомо, що вибір ПО як допоміжного технологічного обладнання має значний вплив як на виробничий процес, так і на всю виробничо-господарську діяльність підприємства в цілому. Очевидно, що вибір обладнання є багатоетапним і трудомістким процесом. Тому кожна із складових задач вибору ПО вимагає значних інформаційних та матеріальних витрат для забезпечення ефективності виконуваних ТП.

Для зменшення витрат на технологічну підготовку виробництва (ТПВ) і 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 із застосуванням різних методів і спеціальних засобів (баз даних, інтерактивних комп'ютерних систем, штучного інтелекту, наприклад, нейромереж тощо), що відповідають передовим досягненням науки та техніки. При цьому автоматизація процесу вибору ПО розглядається як процедура визначення та відбору тих засобів автоматичного орієнтування, тобто ПО, що забезпечують автоматичне орієнтування ОВ відповідно до заданих критеріїв, а автоматизація процесу керування вибором ПО в даному розумінні розглядається як інтелектуалізація процесу автоматизованого вибору ПО, що полягає у прийнятті технічних рішень щодо визначення раціонального складу СООВ у контексті проблеми, що розглядається [5].

**Аналіз останніх джерел і публікацій** показав, що автоматизація процесу вибору ПО може бути забезпечена за рахунок використання орієнтованої на аналіз значних об'ємів різномірної інформації системи підтримки прийняття рішень (СППР) для автоматизації процесу керування вибором ПО [5, 6]. Використання такої СППР передбачає розробку відповідного програмного забезпечення (ПЗ) автоматизованого вибору ПО, що призведе до підвищення якості та зменшення трудомісткості рішень, які приймаються при проектуванні ГІС, зокрема при виборі ПО.

**Мета статті.** На підставі попередньо здійсненого в [6] аналізу процесу вибору ПО як об'єкта керування при проектуванні гнучких інтегрованих систем, а також на основі попередньо розробленого в [5] методичного забезпечення СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО представити ПЗ СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО.

**Обговорення експериментальних результатів.** ПЗ СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО являє собою комплекс прикладних засобів, що можуть бути використані для автоматизованого вирішення на ЕОМ вище вказаної проблеми. Воно призначене для практичної реалізації та підтвердження працездатності відомої методики автоматизованого вибору ПО, що є основою СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО на етапі ТПВ механоскладальних ГІС [5].

Відома багатоетапна методика автоматизованого вибору ПО [5] містить три етапи:

I етап – формування множини функціонально узгоджених ПО та ОВ (технологічно-можливих варіантів складу СООВ), тобто фактично множини різних за своїм складом варіантів СООВ. Інструментом для вирішення задач цього етапу є елементи штучного інтелекту, зокрема штучні нейронні мережі (ШНМ) [3, 4, 5], що використовуються для класифікації ПО та ОВ шляхом їх автоматичної систематизації та групування, а також їх (ПО та ОВ) функціонального узгодження за складом орієнтуючих рухів (СОР) та типами силових впливів (ТСВ), що виникають при автоматичному орієнтуванні ОВ [5, 7, 8]. Автоматичне орієнтування полягає у переведенні ОВ із початкового неорієнтованого положення (ПНП) у кінцеве орієнтоване положення (КОП) без сприяння рук людини [7, 8];

II етап – формування множини технічно-можливих варіантів складу СООВ, тобто визначення множини ПО, що задовольняють ваговому критерію [5]. Всі варіанти, що не задовольняють вказаним вимогам, відкидаються. Будь-який варіант складу синтезованої СООВ, що задовольняє вказаним вимогам, може вважатись технічно-можливим для забезпечення автоматичного орієнтування ОВ;

III етап – вибір оптимального складу СООВ за сукупним параметром якості  $F_0$ , що враховує технічні та економічні показники ПО [5], тобто фактично безпосередній вибір ПО із так званої множини технологічно-доцільних варіантів складу СООВ, що задовольняють економічним вимогам та вимогам 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  $F_0$ .

У контексті організаційної структури СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО задачі I етапу методики автоматизованого вибору ПО виконуються у інформаційно-пошуковому модулі (ПМ) СППР для формування множини технологічно-можливих варіантів складу СООВ, задачі II та III етапів методики автоматизованого вибору ПО виконуються у модулі техніко-економічного аналізу (МТЕА) СППР для формування оптимальних в прийнятому розумінні варіантів складу СООВ [6, 5].

Очевидно, що розробка оригінального ПЗ є самостійною проблемою, яка вимагає додаткових ресурсно-містких та наукомістких витрат. Тому в роботі для практичної реалізації відомої методики використовується комплекс готових прикладних програм, що надають можливості роботи із базами даних (БД) та ШНМ. Зокрема, для програмної реалізації вказаної СППР використовуються можливості загальнодоступного аналітичного пакета Deductor Professional (Lite-версії), що містить нейромодулятор Neural Analyzer, який призначений для роботи із ШНМ [1], системи управління базами даних (СУБД) MS Access, а також табличний процесор MS Excel із застосуванням мови програмування Visual Basic.

При цьому, враховуючи, що MS Access та MS Excel є універсальними програмними засобами, які не вимагають додаткового складного налагодження, а для роботи із Deductor Professional необхідні елементарні знання та навички роботи з обчислювальною технікою, створення та використання програмного продукту не вимагає додаткових організаційно-фінансових витрат, пов'язаних із додатковими капіталовкладеннями на придбання та великими витратами часу на освоєння цих програмних засобів. Крім того, вказані прикладні програми можуть працювати під керуванням загальної операційної системи (ОС) Windows 95 та вищих версій при невеликих апаратних витратах. Зокрема, для роботи системи достатньо Pentium-сумісний – 133/233, 64 Mb RAM, 1/1,5 Gb на HDD, CD-ROM. Проте необхідно мати на увазі, що математичний апарат, реалізований у додатках, які використовуються, зокрема, у пакеті Deductor Professional, достатньо складний і вимагає складних математичних обчислень. Тому від швидкодії процесора та об'єму оперативної пам'яті комп'ютера безпосередньо залежить швидкість роботи програми. В зв'язку з цим для комфортної роботи необхідні мінімальні апаратні вимоги до ЕОМ, а саме Pentium-сумісний – 300/500, 128/256 Mb RAM, 2 Gb на HDD, CD-ROM.

ПЗ організовано як ієрархічна система інтегрованих модулів (тобто модулів, що забезпечують роботу з даними багатьох додатків ОС Windows) для вирішення окремих задач автоматизованого вибору ПО в контексті організаційної структури СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО [6], що мають можливості розширення, доповнення та модифікації (рис. 1).

Склад модулів ПЗ наступний. ПМ для формування множини технологічно-можливих варіантів складу СООВ містить: файли навчальних баз даних для навчання ШНМ автоматизованої класифікації ПО та ОВ (POstudy.mdb, OVstudy.mdb); файли баз даних ПО та ОВ (PO.mdb, OV.mdb ОВ); файли формування вхідної інформації, тобто класифікаційних ознак ПО та ОВ у векторній формі (Neyro\_OV.xls, Neyro\_PO.xls); файли ШНМ автоматизованої класифікації ПО та ОВ, а також автоматизованого вибору ПО за СОР та ТСВ (Sor\_OV.nrl, Sor\_PO.nrl, Tsv\_OV.nrl, Tsv\_PO.nrl, Sor\_OV\_PO.nrl, Tsv\_OV\_PO.nrl). МТЕА для формування оптимальних в прийнятому розумінні варіантів складу СООВ містить: файл бази даних множини технологічно доцільних варіантів складу СООВ (TehSoov. Mdb); файл автоматизованого вибору ПО за критеріями технічної відповідності та економічних витрат (VibSoov.exl).

Практична перевірка працездатності ПЗ, розробленого на базі раніше представленої [5] методики автоматизованого вибору ПО, що є основою СППР для

автоматизації процесу керування вибором ПО, проводилась на базі множини тестових прикладів. Нижче в якості одного з прикладів розглянуто абстрактну деталь типу конічного валика, виготовленого із сталі, що має різні торці, на одному з яких розташований глухий отвір (рис. 2). Маса ОВ становить 5,5 кг. Необхідно сформуванати оптимальний склад СООВ для автоматичного орієнтування цього ОВ.

На I етапі здійснюється формування множини технологічно-можливих варіантів складу СООВ. Вхідна інформація про конструктивні особливості та фізико-механічні властивості ОВ представляється у відповідній векторній формі [3]. Екранна форма відповідного модуля ПЗ наведена на рис. 3.

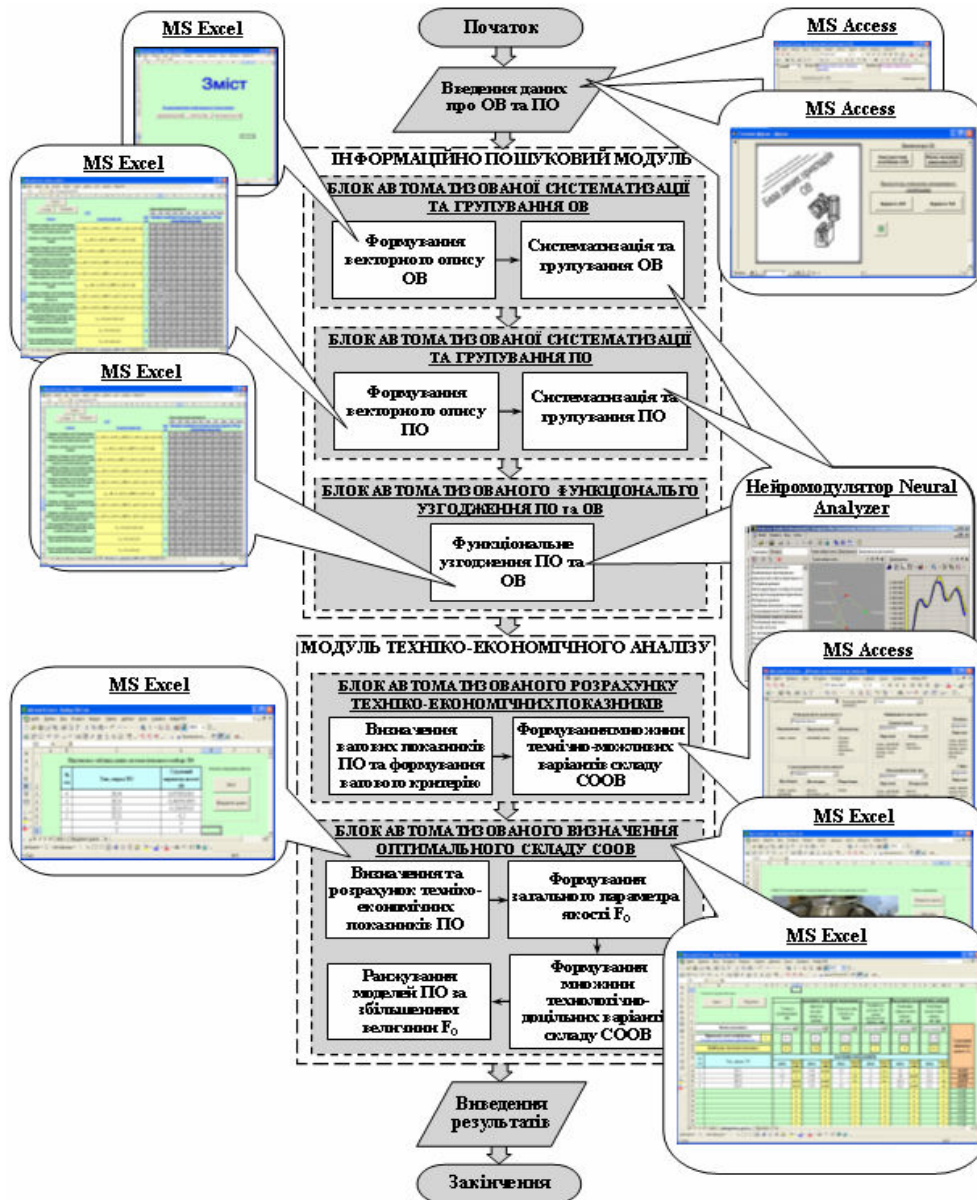


Рисунок 1 - Структурна схема функціонування ПЗ

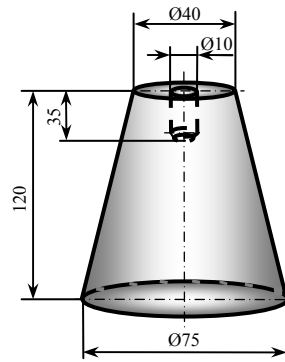


Рисунок 2 - Приклад ОВ типу конічного валика

Microsoft Excel - Выбор ПО2.xls

Введите вопрос

Times New Roman 12 Ж К Ч

J33

Кнопки керування вікном		Показники технічної відповідності				Показники економічних витрат				Сукупний параметр якості $F_0$				
Зміст Підсумок		Точність орієнтування, мм	Циклова продуктивність, шт/год.	Технологічна гнучкість, балів	Надійність роботи ПО (середнє напрацювання на відмову), год.	Величина одноразових витрат, тис. грн	Величина щомсячних витрат, тис. грн							
Вплив показника:		позитивний	позитивний	позитивний	позитивний	негативний	негативний							
Нормовані вагові коефіцієнти показників: Загальна сума не повинна перевищувати 1		0,3	0,1	0,1	0,2	0,15	0,15							
Найбільше значення показника:		2	600	10	1113	40	7							
ЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ														
№ з/п	Тип, марка ПО	дійсні	нормо-засті	дійсні	нормо-засті	дійсні	нормо-засті	дійсні	нормо-засті	дійсні	нормо-засті	дійсні	нормо-засті	
18	1 Модель ПО 1	2	1	600	1	10	1	1000	0,898	25,00	0,625	5,00	0,714	0,479
19	2 Модель ПО 2	2	1	550	0,917	10	1	1000	0,898	23,00	0,575	4,50	0,643	0,489
20	3 Модель ПО 3	2	1	250	0,417	10	1	1007	0,905	25,50	0,638	4,50	0,643	0,431
21	4 Модель ПО 4	1	0,5	65	0,108	5	0,5	1000	0,898	17,00	0,425	5,00	0,714	0,220
22	5 Модель ПО 5	1	0,5	60	0,1	5	0,5	1005	0,903	17,00	0,425	5,10	0,729	0,218
23	6 Модель ПО 6	1	0,5	55	0,092	10	1	1010	0,907	21,00	0,525	3,10	0,443	0,295
24	7 Модель ПО 7	1	0,5	57	0,095	10	1	1015	0,912	23,10	0,578	4,50	0,643	0,259
25	8 Модель ПО 8	1	0,5	67	0,112	10	1	1023	0,919	23,15	0,579	3,00	0,429	0,294
26	9 Модель ПО 9	2	1	67	0,112	10	1	1020	0,916	23,17	0,579	3,50	0,5	0,433
27	10 Модель ПО 10	1	0,5	65	0,108	8	0,8	1113	1	40,00	1	7,00	1	0,141
28	11 Модель ПО 11	2	1	250	0,417	5	0,5	1027	0,923	35,00	0,875	5,50	0,786	0,327

Готово NUM

Рисунок 3 - Екранна форма формування множини технологічно можливих варіантів складу СООВ

На II етапі здійснюється техніко-економічний аналіз отриманої множини технологічно можливих варіантів складу СООВ та формується множина технічно можливих варіантів складу СООВ. Екранна форма відповідного модуля ПЗ наведена на рис. 4.

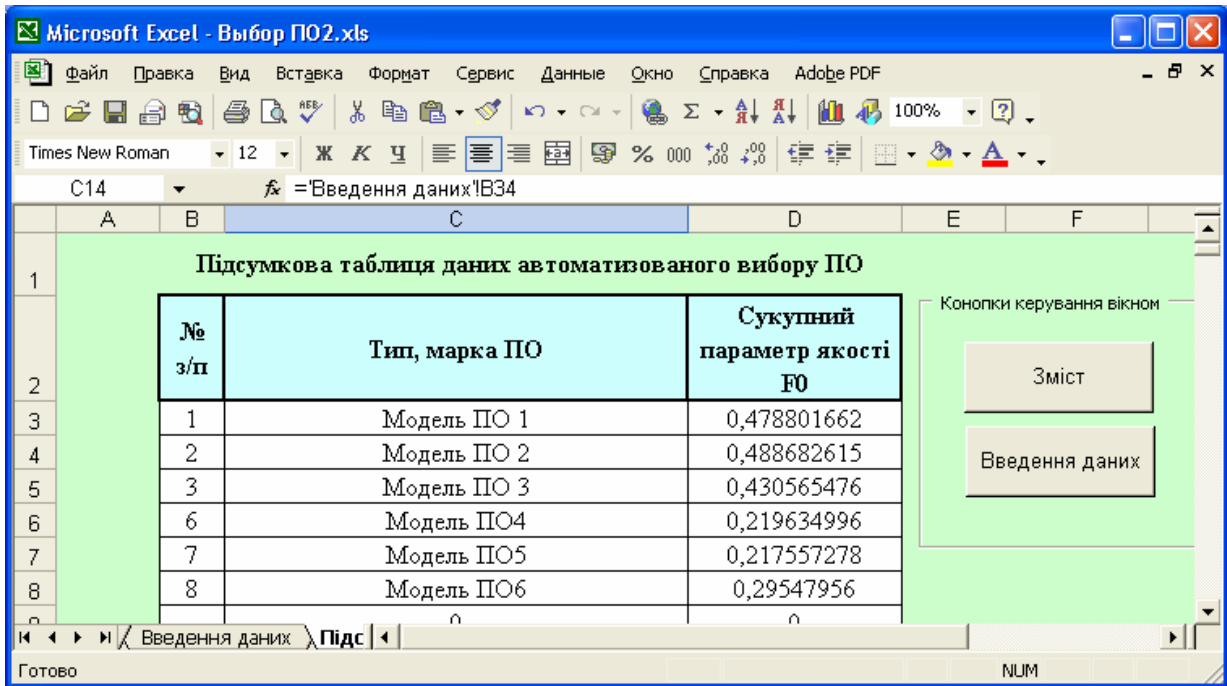


Рисунок 4 - Екранна форма формування множини технічно можливих варіантів складу СООВ

Для кожного технічно-можливого варіанту складу СООВ за техніко-економічними показниками моделей ПО здійснюється розрахунок величини сукупного параметра якості  $F_0$  [5, 6].

Для визначення технологічно-доцільних варіантів складу СООВ на III етапі необхідним є порівняння між собою значення сукупного параметра якості  $F_0$  ПО. Екранна форма відповідного програмного модуля вибору ПО наведена на рис. 5.

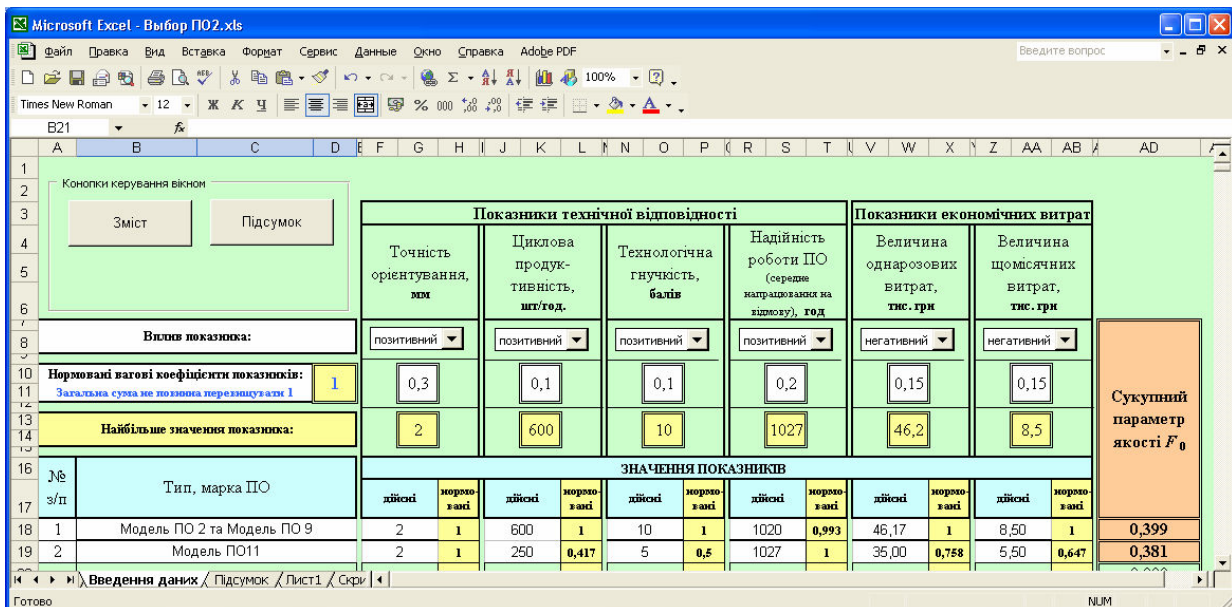


Рисунок 5 - Екранна форма вибору технологічно доцільних варіантів складу СООВ

Відповідно для забезпечення необхідного складу орієнтуючих рухів (COP) при автоматичному орієнтуванні ОВ можуть бути застосовані моделі ПО 2 та ПО 9, що мають найбільше значення сукупного параметра якості  $F_0$ , або модель ПО11 (див. рис. 5).

При цьому отримані результати вказують, що для автоматичного орієнтування ОВ (рис. 5) технологічно доцільними є два варіанти складу СООВ:

- 1) до складу СООВ входить два ПО: модель ПО 2 (ПО забезпечує виконання лінійного СОР вздовж осей X, Y) та модель ПО 9 (ПО забезпечує виконання кутового СОР навколо осей X, Y);
- 2) до складу СООВ входить один ПО: модель ПО 11 (забезпечується виконання лінійного та кутового СОР відносно осей X, Y).

Порівняння отриманих технологічно доцільних варіантів складу СООВ дає змогу зробити висновок, що оптимальним є перший варіант технологічно доцільного складу СООВ, сукупний параметр якості ( $F_0=0,399$ ) якого більший, ніж для другого варіанту технологічно доцільного складу СООВ ( $F_0=0,381$ ).

**Висновки.** Таким чином, представлене ПЗ організовано як ієрархічна система інтегрованих модулів для вирішення складових задач автоматизованого вибору ПО відповідно до запропонованої раніше багатоетапної методики автоматизованого вибору ПО в контексті організаційної структури СППР для автоматизації процесу керування вибором ПО, які мають можливості розширення, доповнення та модифікації.

Результати практичної перевірки працездатності ПЗ [5] підтверджують можливість підвищення якості та зменшення трудомісткості рішень, що приймаються при проектуванні ГІС на етапі ТПВ, зокрема при виборі ПО.

Результати роботи ПЗ впроваджені у навчальний процес Житомирського державного технологічного університету на факультеті інформаційно-комп'ютерних технологій при підготовці фахівців з автоматизованого управління технологічними процесами (7.092501) та на факультеті інженерної механіки при підготовці фахівців з технології машинобудування (7.090202).

#### **Література**

1. Аналитический пакет Deductor Professional: [руководство пользователя]. – BaseGroupLabs, 2002. – 184 с.
2. Гнучкі комп'ютеризовані системи: проектування, моделювання і управління: Підручник / Л.С.Ямпольський, П.П. Мельничук, Б.Б. Самотокін та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 680 с.
3. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Використання нейромереж для задач класифікації об'єктів виробництва ГВС // Вісник ЖДТУ. – №4 (39). – Житомир, 2006. – С.185–197.
4. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Експериментальне дослідження роботи штучних нейромереж для задач класифікації об'єктів виробництва ГВС // Автоматизація: проблеми, идеи, решения. Международная научн.–техн. конф., г. Севастополь, 10 – 15 сентября 2007г. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2007. – С. 111–113.
5. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Методична основа системи підтримки прийняття рішень при автоматизованому виборі пристроїв орієнтування // Вісник ЖДТУ. – №4 (47). – Житомир, 2008. – С.147–154.
6. 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.
7. Кирилович В.А., Черепанська І.Ю. Формалізований опис орієнтуючих рухів об'єктів роботизованих механоскладальних виробництв // Оптимизация производственных процессов. – №9. – Севастополь, 2006. – С. 53 – 59.
8. 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.

Одержано 26.01.2009 р.