

І.Ю. Черепанська, аспір.

В.А. Кирилович, к.т.н., доц.

Житомирський державний технологічний університет

ФОРМАЛІЗОВАНИЙ ОПИС ФУНКЦІЇ ОРІЄНТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ РОБОТИЗОВАНИХ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

Запропоновано формалізований опис функції орієнтування об'єктів роботизованих механоскладальних виробництв, що базується на декомпозиції та формалізованому описі кожної із складових.

Постановка проблеми. Формалізований опис функції орієнтування об'єктів виробництва (ОВ) – деталей, складальних одиниць, комплектуючих виробів, з якими взаємодіють промислові роботи (ПР), є одним із важливіших завдань при моделюванні системи орієнтації об'єктів виробництва (СООВ), що складається з ОВ та пристроїв орієнтування (ПО) [13], [14].

Аналіз останніх джерел і публікацій показав, що питання моделювання СООВ як однієї із складових перспективного напрямку проектування роботизованих технологічних комплексів (РТК) та технологій, що реалізуються при їх функціонуванні, використовує розвинену систему засобів упорядкування середовища, виділилось в окремий та актуальний напрямок досліджень в галузі автоматизованого синтезу роботизованих механоскладальних технологій [2, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14].

Постановка завдання. При моделюванні СООВ виникають проблеми, які полягають у невідповідності між конструкторсько-технологічними ознаками ОВ, що орієнтуються, та функціональними можливостями ПО. Ці проблеми є наслідком технічної складності процесу орієнтування, великою різноманітністю технологічних процесів та існуючих конструкцій ПО.

Для часткового та успішного вирішення означених проблем необхідно здійснити формалізований опис СООВ, зокрема функції орієнтування f_{op} (1) [1], що реалізується ПО – одними із вихідних даних моделі СООВ.

Основний матеріал. На основі попередніх розробок у даному напрямку [13], [14] формалізований опис f_{op} пропонується формувати, здійснивши попередній детальний опис її складових (1), кожна з яких відображає функціональне призначення ПО. Тому в даному контексті функція орієнтування розглядається як сукупність підфункцій орієнтування [13], [14]. Наприклад, підфункція первинного орієнтування f_n , підфункція вторинного орієнтування f_a , підфункція просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_m , підфункція визначення зайнятого положення f_{zn} , підфункція взаємного орієнтування f_{en} :

$$f_{op} \rightarrow \{f_n, f_a, f_m, f_{zn}, f_{en}\}. \quad (1)$$

Підфункція первинного орієнтування f_n виконується ПО на першій стадії автоматичного орієнтування при переведенні ОВ з довільного положення, наприклад, у навалі, у перше будь-яке стійке визначене положення на визначаючих поверхнях [6, 15, 16].

Підфункція вторинного орієнтування f_a виконується на вторинній стадії орієнтування при поступовому переведенні ОВ від одного стійкого визначеного положення на визначаючих поверхнях до другого доти, доки ОВ не буде приведений в одне наперед задане положення. Функція вторинного орієнтування більш складно технічно реалізується в порівнянні з функцією первинного орієнтування.

Підфункція просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_m виконується при переведенні ОВ із довільного положення у перше будь-яке стійке положення, або від одного стійкого положення до іншого відносно деяких поверхонь, або сукупностей поверхонь, що їх замінюють, тобто переведення ОВ із початкового неорієнтованого положення ППП при первинному орієнтуванні (початкового орієнтованого положення ПОП при вторинному орієнтуванні) у перше кінцеве орієнтоване положення КОП₁. Найчастіше підфункція f_m виконується бункерними завантажувально-орієнтуючими пристроями, а також

може виконуватись лотками, транспортними системами, що виконують функції орієнтування, різними передаючими пристроями. При вторинному орієнтуванні цю підфункцію виконують універсальні орієнтуючі пристрої.

Спільним для пристроїв, що реалізують підфункцію f_{nn} , є те, що ці пристрої, приймаючи ОВ навалом, видають їх розрізненими та/або частково та/або повністю орієнтованими.

Характеристиками підфункції просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_{nn} є наступні: пасивний вид орієнтування; орієнтування відбувається відносно системи координат ПО; ознакою кінцевого орієнтованого положення КОП є компланарність координатних оргт ОВ відповідним координатним ортам захватного органу пристрою іншої технологічної операції.

До підфункції просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_{nn} висуваються такі вимоги: дві площини проєкції ОВ повинні співпадати з орієнтуючими поверхнями ПО; проєкції ОВ на орієнтуючі поверхні ПО є комплексними параметрами, що визначають положення ОВ відносно орієнтуючих поверхонь; абсолютна система координат суміщається з системою координат ПО; власна система координат приймається відповідною правосторонній системі координат, причому її початок знаходиться на верхній площині ОВ.

Параметри, що визначають положення ОВ на орієнтуючій поверхні при реалізації підфункції просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО, є наступними:

h – висота – відстань між поверхнею ОВ, яка лежить на основній орієнтуючій поверхні, і найбільш віддаленою від неї точкою ОВ (т. А) (рис. 1, а);

b – ширина – відстань між напрямною поверхнею ПО і найбільш віддаленою від неї точкою ОВ (т. А) (рис. 1, а);

l – довжина – відстань між упрорною поверхнею (тобто поверхнею, що є дотичною до ОВ) і найбільш віддаленою від неї точкою ОВ (т. Б) (рис. 1, б);

θ – кут нахилу ОВ до основної орієнтуючої поверхні (рис. 1, в).

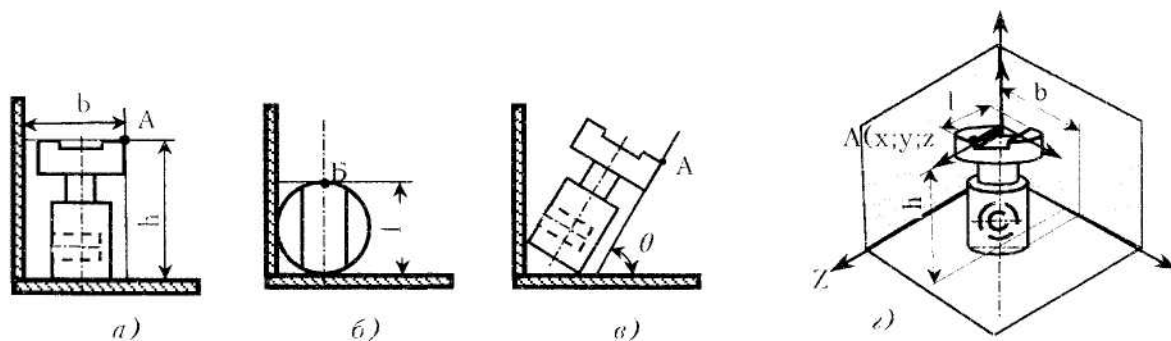


Рис. 1. Параметри, що визначають положення ОВ на орієнтуючій поверхні при реалізації підфункції просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_{nn} : а), б), в) – в плоскій системі координат; г) – в просторовій системі координат

Підфункція просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_{nn} описується сукупністю параметрів, що визначають положення ОВ на орієнтуючій поверхні (рис. 1, в), і представляється сукупністю кута нахилу осі ОВ до основної орієнтуючої поверхні, так званого вектора направленості. Останній описує напрямок лінійних переміщень характерної т. А та початкових і кінцевих координат цієї т. А, яка обирається на поверхні ОВ, наприклад, як точка перетину відрізків b та h (рис. 1, а), і переміщення якої може бути описане величиною лінійних та кутових переміщень, напрямком яких описує наступний вектор направленості:

$$f_{nn} \rightarrow L_i; R_i; \theta_n, \tag{2}$$

де L_i – величина лінійних переміщень характерної т. А, вибраної на поверхні ОВ, $L_i \in \{b_x, h_y, l_z\}$, тобто:

b – переміщення вздовж осі X системи координат ПО $b = b_1 - b_2$; h_y – вздовж осі Y системи координат ПО, $h = h_1 - h_2$; l – вздовж осі Z системи координат ПО, $l = l_1 - l_2$,

де b_1, h_1, l_1 – значення висоти, ширини, довжини відповідно при ПНП – у випадку первинної орієнтації і при ПОП – у випадку вторинної орієнтації;

b_2, h_2, l_2 – значення висоти, ширини, довжини відповідно при КОП₁;

R_j – вектор направленості, що описує напрямок лінійних переміщень характерної т. А. відносно системи координат ПО. Модуль вектора дорівнює величині проєкції лінійного переміщення ОВ на орієнтуючу поверхню;

θ_n – кут, що описує кутові переміщення ОВ, $\theta_n = \arccos \frac{L_i}{R_j}$, де $n \in \overline{0^0; 360^0}$.

Приклад алфавіту описання ПНП/ПОП і КОП стрижньової деталі, яка може бути замінена просторовою моделлю типу „куб” та має кількість стійких відмінних положень КСВП = 6 (рис. 2), представлено в табл. 1.

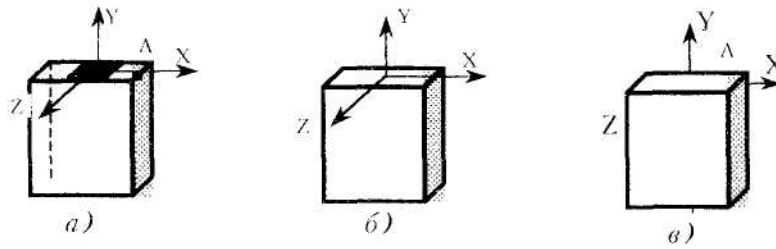


Рис. 2. Просторова модель типу „куб” стрижньової деталі:
 а) модель стрижньової деталі з конструктивним елементом, розташованим на верхній площині;
 б) модель стрижньової деталі з внутрішнім конструктивним елементом; в) деталь

Таблиця 1

Алфавіт формалізованого опису f_{mn}

Можливі лінійні переміщення ОВ за координатними осями X, Y, Z ПО	L_i	
	позначення	відповідне значення
опис початкового стану	L^0	
вздовж осі X	L_1	b
вздовж осі Y	L_2	h
вздовж осі Z	L_3	l
вздовж осей X, Y	L_4	bh
вздовж осей Y, Z	L_5	hl
вздовж осей X, Z	L_6	bl
вздовж осей X, Y, Z	L_7	bhl
Можливі напрямки вектора направленості R_i	R_i	
	позначення	відповідне значення
опис початкового стану	R^0	
	R_1	$\vec{r} \perp XOZ$
	R_2	$\vec{r} \perp XOY$
	R_3	$\vec{r} \perp ZOY$
	R_4	$\vec{r} \angle XOZ$
	R_5	$\vec{r} \angle XOY$
	R_6	$\vec{r} \angle YOZ$
Можливі значення кутових переміщень θ_n	θ_n	
	позначення	відповідне значення
опис початкового стану	θ^0	$\arccos \frac{L_0}{R_0}$
	θ_n	$\arccos \frac{L_i}{R_j}$

Формалізація підфункції f_{mn} при переведенні ОВ із ПНП/ПОП у КОП₁ з використанням запропонованого в табл. 1 алфавіту представлена на рис. 3.

Формалізація підфункції f_{mn} при переведенні ОВ із КОП₁ у КОП₂ (вторинне орієнтування) з використанням запропонованого алфавіту представлена на рис. 4.

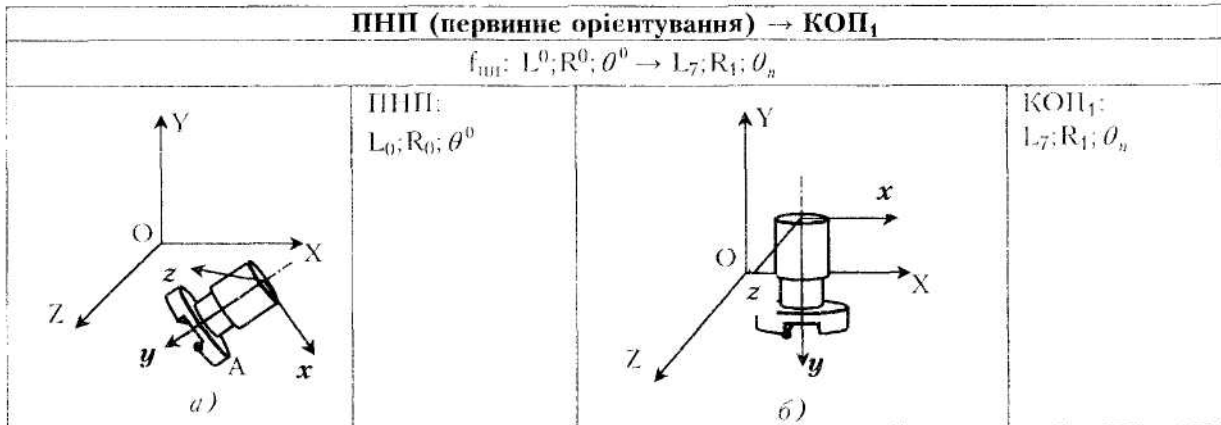


Рис. 3. Приклад формалізації підфункції f_{mn} при переведенні ОВ із ПНП/ПОП у КОП₁:
 а) ПНП/ПОП, де L^0 – величина лінійних переміщень т. А в початковому стані $b = 0$; $h = 0$; $l = 0$; R^0 – вектор направленості лінійних переміщень; θ^0 – значення куткових переміщень;
 б) КОП₁, де L_7 – величина лінійних переміщень т. А вздовж осей X, Y, Z відносно системи координат ПО; R_1 – вектор направленості лінійних переміщень т. А;

$$\theta_n - \text{значення куткових переміщень } \theta_n = \arccos \frac{L_7}{R_1}$$



Рис. 4. Приклад формалізації підфункції f_{mn} при переведенні ОВ із КОП₁ у КОП₂:
 а) КОП₁, де L_7 – величина лінійних переміщень т. А вздовж осей X, Y, Z відносно системи координат ПО при переведенні ОВ із ПНП/ПОП у КОП₁ (рис. 3); R_1 – вектор направленості лінійних переміщень т. А; б) КОП₂, де L_5 – величина лінійних переміщень т. А вздовж осей X, Z відносно системи координат ПО; R_1 – вектор направленості лінійних переміщень т. А;

$$\theta_n - \text{значення куткових переміщень } \theta_n = \arccos \frac{L_5}{R_1}$$

Підфункція визначення зайнятого положення f_{zn} . Основна підфункція вторинного автоматичного орієнтування – це підфункція визначення зайнятого положення ОВ. Вона виконується при переведенні ОВ від одного стійкого визначеного положення до іншого відносно абсолютної системи координат, тобто при вторинному орієнтуванні із першого кінцевого орієнтованого положення КОП₁, яке досягається після первинного орієнтування і може бути прийняте як первинне орієнтоване положення ПОП, у друге кінцеве орієнтоване положення КОП₂. Сприймаючі елементи пристроїв, що реалізують дану функцію, виконуються електроконтактними, пневматичними, пневмоелектричними, фотоелектричними тощо [15], [16]. Цю підфункцію реалізують різні екстремальні автоматичні орієнтуючо-базуючі пристрої [16], програмні орієнтуючо-базуючі пристрої тощо. Вони орієнтують ОВ з внутрішніми та зовнішніми конструктивними елементами на твірній, використовуючи

електротехнічні та відбиваючі ознаки ОВ. Електротехнічні ознаки визначаються як електродинамічними параметрами матеріалу ОВ, так і конструктивними ознаками ОВ [16]. Ці ознаки проявляються при взаємодії магнітостатичного, електростатичного та змінного магнітного полів на ОВ, виготовлених з феромагнітних струмопровідних, надпровідних, немагнітних струмопровідних та діелектричних матеріалів [16]. Відбиваючі ознаки проявляються при опроміненні або освітленні ОВ [5]. З використанням таких ознак працюють фотоселективні, акустичні, інфрачервоні, голографічні та інші екстремальні орієнтуючі пристрої [5], [16]. Таким чином, підфункцію f_{zn} доцільно застосовувати здебільшого при орієнтації ОВ з внутрішніми конструктивними елементами (внутрішніми отворами) та з зовнішніми конструктивними елементами на твірній.

Спільним для пристроїв, що реалізують дану функцію, є те, що принципи роботи таких пристроїв полягає у фіксуванні наявності у ОВ конкретної ознаки, як правило, конструктивної.

Характеристиками підфункції визначення зайнятого положення ОВ f_{zn} є наступні: активний вид орієнтування; орієнтування відбувається відносно абсолютної системи координат; визначальною є часова ознака орієнтування; ознакою кінцевого орієнтованого положення (КО) є компланарність координатних орт ОВ відповідним координатним ортам захватного органу пристрою іншої технологічної операції.

Параметри, що визначають положення деталі при реалізації підфункції визначення зайнятого положення f_{zn} є наступними:

k_{extr} – контур екстремалі, вимірюється як відстань від однієї або кількох характерних точок до упорної поверхні (рис. 5, а). Упорною поверхнею у цьому випадку виступає сприймаючий елемент ПО. $k_{extr} = k_1 - k_2$, де k_1 – відстань від першої характерної точки до упорної поверхні; k_2 – відстань від другої характерної точки до упорної поверхні;

φ – кут повороту ОВ навколо своєї осі (рис. 5, б). $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, де φ_1, φ_2 – значення кута при початковому (КОП₁) та кінцевому (КОП₂) положенні ОВ відповідно, який вимірюється відносно абсолютної системи координат.

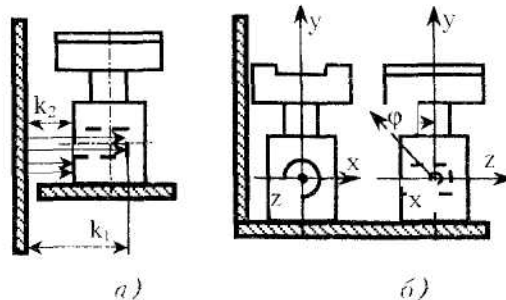


Рис. 5. Параметри, що визначають положення ОВ відносно абсолютної системи координат при реалізації підфункції визначення зайнятого положення f_{zn} в лінійній системі координат:

а) контур екстремалі; б) кут повороту ОВ навколо своєї осі

Підфункція визначення зайнятого положення f_{zn} описується сукупністю параметрів, що визначають положення ОВ відносно абсолютної системи координат:

$$f_{zn} \rightarrow k_{extr}; \varphi, \tag{3}$$

де k_{extr} – контур екстремалі;

φ – кут повороту ОВ навколо відповідної осі.

Формалізація підфункції f_{zn} при переведенні ОВ із ПОП у КОП з використанням запропонованого в табл. 2 алфавіту опису підфункції f_{zn} представлена на рис. 6.

Підфункція взаємного орієнтування f_{mn} виконується при переведенні ОВ від одного стійкого положення до другого відносно сусідньої деталі. Пристрої, що реалізують підфункцію взаємного орієнтування, повинні забезпечувати високу точність взаємного орієнтування. Тому ПО, що реалізують дану підфункцію, конструктивно складніші та дорожчі в порівнянні з ПО, що реалізують підфункції просторового орієнтування відносно конструктивних елементів ПО f_{mn} та визначення зайнятого положення f_{zn} .

Таблиця 2

Алфавіт формалізованого опису f_{zn}

Можливе розташування кутів повороту ОБ навколо координатних осей абсолютної системи координат	Φ_i	
	позначення	відповідне значення
навколо осі X	Φ_X	X
навколо осі Y	Φ_Y	Y
навколо осі Z	Φ_Z	Z
Можлива форма контуру екстремалі	k_{extr}^1	
	позначення	відповідне значення
при відсутності конструктивного елемента	k_{extr}^0	$k_1 = k_2$
при внутрішньому конструктивному елементі	k_{extr}^1	$k_1 > k_2$
при зовнішньому конструктивному елементі	k_{extr}^2	$k_1 < k_2$

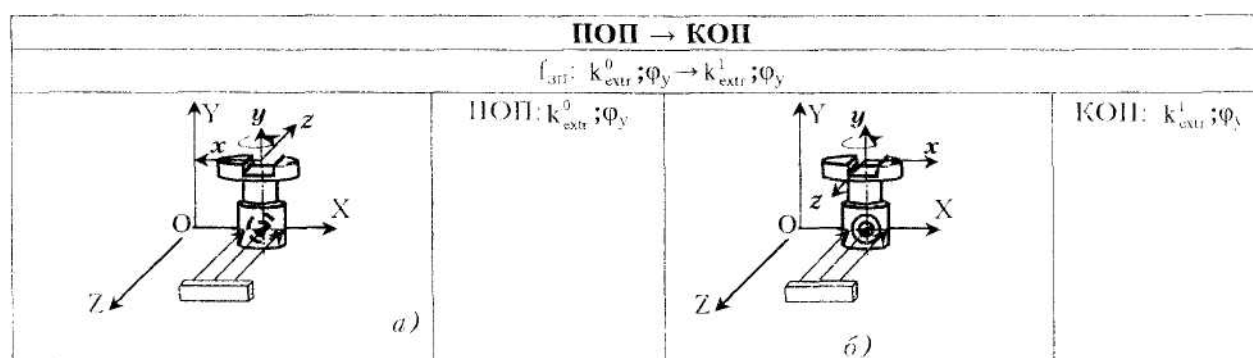


Рис. 6. Приклад формалізації підфункції f_{zn} при переведенні ОБ із ПОП (а) у КОП (б)

Взаємне орієнтування виконують досить складні за конструктивним виконанням ПО: адаптивні ПО, ПР тощо [3], [4], [16]. В залежності від характеру силового впливу на ОБ, що орієнтуються, підфункцію взаємного орієнтування можна розділити ще на дві.

1) Підфункція взаємного контактного орієнтування, що базується на передачі орієнтованому ОБ силової дії від деталей орієнтуючого пристрою шляхом безпосереднього тиску, сівударів та інших видів безпосереднього контакту ОБ з конструкційними елементами ПО, наприклад, з упором, захватом тощо [3], [4], [15], [16]. Підфункція взаємного контактного орієнтування реалізується самоорієнтуючими схватами ПР, автоматичними передуючо-базуючими пристроями, адаптивними ПО.

За допомогою взаємного контактного орієнтування можна здійснювати вторинне орієнтування ОБ за зовнішніми та внутрішніми орієнтуючими конструктивними ознаками.

2) Підфункція взаємного безконтактного орієнтування, що оснований на прикладанні до деталі, що орієнтується, сил, які створюються шляхом взаємодії деталі з полем (полями), наприклад електромагнітним, пневматичним та їх різновидами [16]. Підфункція взаємного безконтактного орієнтування реалізується різними безконтактними орієнтуючими пристроями.

За допомогою взаємного безконтактного орієнтування можна здійснювати вторинне орієнтування ОБ з зовнішніми, внутрішніми та скритими орієнтуючими ознаками, наприклад, такими як зміщений центр ваги тощо.

Характеристиками підфункції взаємного орієнтування f_{zn} є наступні: активний вид орієнтування; орієнтування відбувається відносно системи координат спряженої деталі; абсолютна система координат суміщається з системою координат спряженої деталі; ознакою кінцевого орієнтованого положення (КПО) є суміщене положення ОБ зі спряженою деталлю або їх з'єднання.

Орієнтуючі рухи ОБ виражають його положення відносно спряженої деталі при одночасному його переміщенні та обертанні. Тому параметри, що визначають положення ОБ при реалізації підфункції взаємного орієнтування f_{zn} , можуть бути описані матрицями переміщення вздовж і повороту ОБ навколо осі X, Y, Z відповідно (табл. 3).

Для опису орієнтуючих рухів ОВ на його конструктивному елементі обирається характерна т. А з координатами (x, y, z) , переміщення якої може бути описане за допомогою загальної матриці переміщення і повороту в тривимірному просторі. Характерна т. А визначає положення ОВ відносно спряжуваної деталі, координатна система якої суміщається з абсолютною системою координат.

Таблиця 3

Матриці переміщення і повороту, які дозволяють формалізовано описати f_{on}

Можливі комбінації матриць переміщення і повороту	M_{poi}	
	позначення	відповідне значення
Початковий стан ОВ можна описати матрицею виду	M_{poo}^0	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$
Матриця переміщення вздовж і повороту ОВ навколо осі X	M_{pox}	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi & 0 \\ 0 & -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 \\ b & h & l & 1 \end{bmatrix}$
Матриця переміщення вздовж і повороту ОВ навколо осі Y	M_{poy}	$\begin{bmatrix} \cos \varphi & 0 & -\sin \varphi & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin \varphi & 0 & \cos \varphi & 0 \\ b & h & l & 1 \end{bmatrix}$
Матриця переміщення вздовж і повороту ОВ навколо осі Z	M_{poz}	$\begin{bmatrix} \cos \varphi & \sin \varphi & 0 & 0 \\ -\sin \varphi & \cos \varphi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ b & h & l & 1 \end{bmatrix}$

Тут: b, h, l – лінійні переміщення ОВ вздовж осей X, Y, Z відповідно; φ – кут повороту ОВ.

Формалізований опис підфункції взаємного орієнтування f_{on} , наступний:

$$f_{on} \rightarrow M_{poi} = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} & M_{14} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} & M_{24} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} & M_{34} \\ M_{41} & M_{42} & M_{43} & M_{44} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де M_{poi} – переміщення вздовж і повороту ОВ навколо осі;
 i – вісь, паралельно якій здійснюється переміщення і навколо якої здійснюється поворот ОВ, $i \in (X, Y, Z)$.

Визначити кінцеві координати переміщення будь-якої характерної точки, розташованої на конструктивному елементі ОВ, наприклад т. А (x, y, z) , можна, виконавши обчислення:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= (M_{11} + x) + (M_{21} + y) + (M_{31} + z) + (M_{41} + 1); \\ \bar{y} &= (M_{12} + x) + (M_{22} + y) + (M_{32} + z) + (M_{42} + 1); \\ \bar{z} &= (M_{13} + x) + (M_{23} + y) + (M_{33} + z) + (M_{43} + 1), \end{aligned} \quad (5)$$

де $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}$ – кінцеві координати характерної точки;
 x, y, z – початкові координати характерної точки;
 $M_{11}, M_{12}, M_{13}, M_{14}, M_{21}, M_{22}, M_{23}, M_{24}, M_{31}, M_{32}, M_{33}, M_{34}, M_{41}, M_{42}, M_{43}, M_{44}$ – елементи матриці формалізованого опису (4).

Формалізація підфункції f_{on} при переведенні ОВ із ПОН у КОП з використанням запропонованих матриць представлена на рис. 7.

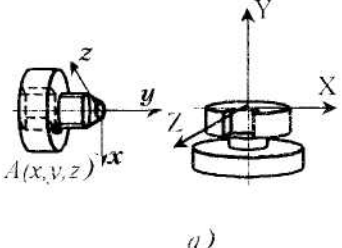
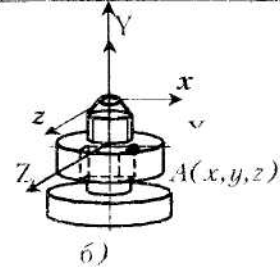
ПОП → КОП			
$f_{3П1}: M_{р00}^0 \rightarrow M_{р0z}$			
 <p style="text-align: center;">а)</p>	<p>ПОП: $M_{р00}^0$</p>	 <p style="text-align: center;">б)</p>	<p>КОП: $M_{р0z}$</p>

Рис. 7. Приклад формалізації підфункції $f_{3П1}$ при переведенні ОВ із ПОП (а) у КОП (б)

Формалізований опис підфункції орієнтування дозволяє ступоровано представити формалізований вираз відомої функції орієнтування (1) наступним чином:

$$F_o \rightarrow (f_{n1} \wedge f_{m1}) \nabla (f_{n1} \wedge f_{m1}) \wedge (f_{z1} \wedge f_{m1} \nabla f_{z1} \nabla f_{m1}), \tag{7}$$

де \wedge, ∇ – математичне позначення логічних функцій кон'юнкції та виключної диз'юнкції відповідно [8].

Приклад запропонованого формалізованого опису функції орієнтування при переведенні ОВ із ПОП у КОП (рис. 8):

$$F_o \rightarrow (f_{3П1} \wedge f_{3П2} \wedge f_{3П3}) \nabla (f_{3П1} \wedge f_{3П2}). \tag{8}$$

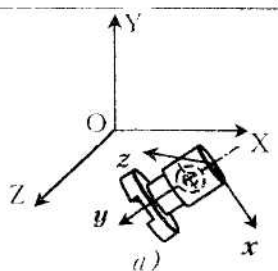
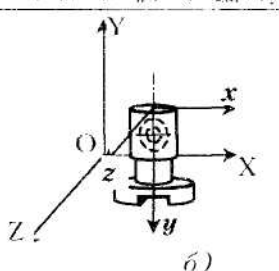
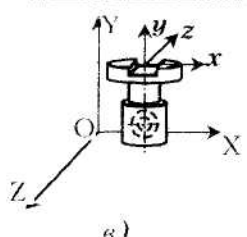
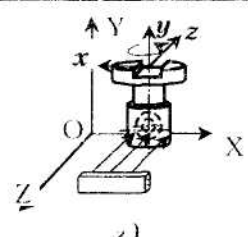
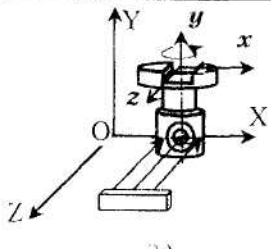
ПНП (первинне орієнтування)		КОП₁ ≡ ПОП₁	
$f_{оп}: L_0; R_0; \theta^0 \rightarrow L_7; R_1; \theta_n \rightarrow (L_5; R_1; \theta_n) \equiv (k_{extr}^0; \varphi_y) \rightarrow k_{extr}^1; \varphi_y$			
 <p style="text-align: center;">а)</p>	<p>ПНП: $L_0; R_0; \theta^0$</p>	 <p style="text-align: center;">б)</p>	<p>КОП₁: $L_7; R_1; \theta_n$</p>
КОП₂		КОП₂ ≡ ПОП₂	
 <p style="text-align: center;">в)</p>	<p>КОП₂: $L_5; R_1; \theta_n$</p>	 <p style="text-align: center;">г)</p>	<p>КОП₂: $k_{extr}^0; \varphi_y$</p>
КОП₃			
 <p style="text-align: center;">д)</p>	<p>КОП₃: $k_{extr}^1; \varphi_y$</p>		

Рис. 8. Приклад формалізації процесу переведення ОВ із ПНП (а) через КОП₁ (б), КОП₂ (в) (КОП₂ ≡ ПОП₂ (г)) у КОП₃ (д) за підкресленою частиною виразу (8)

Приклади формалізації процесу переведення ОВ із ПНП у КОП представлені на рис. 8 та рис. 9.

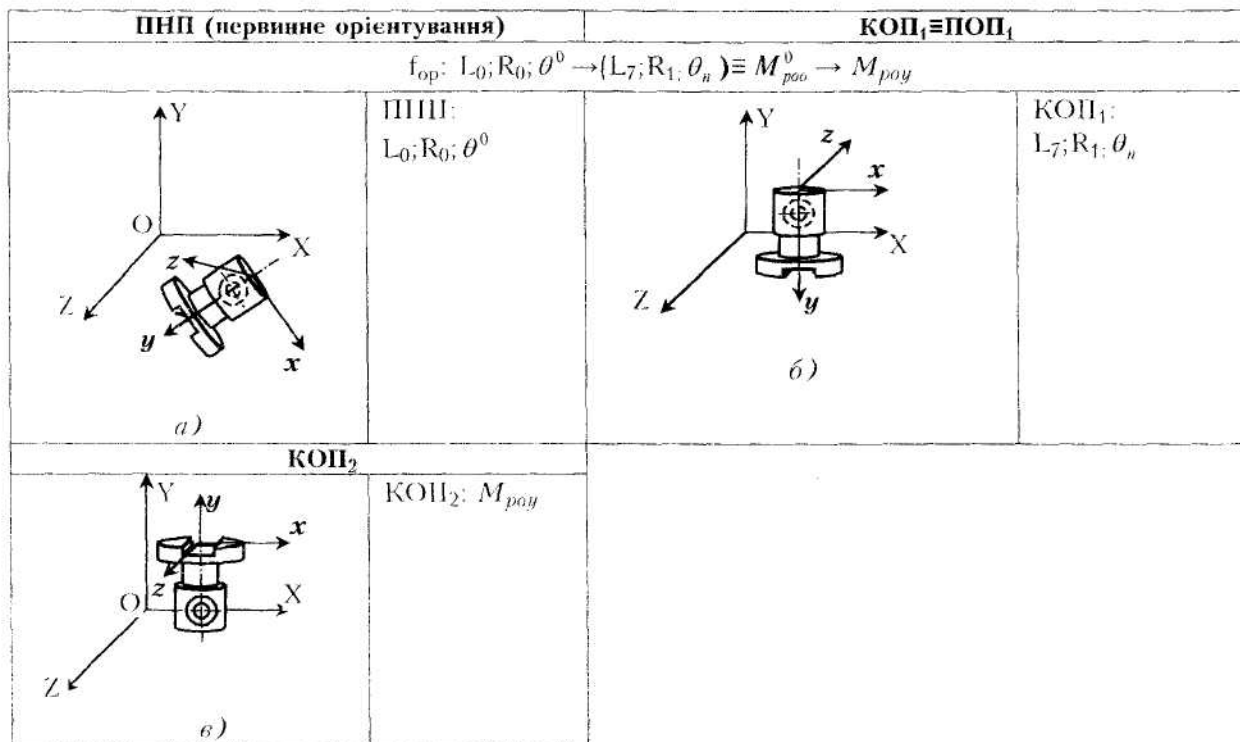


Рис. 9. Приклад формалізації процесу переведення ОВ із ПНП (а) через КОП₁ (б) у КОП₂ (в) за невідкритою частиною виразу (8)

Як видно із виразу (8) та рис. 8 і рис. 9, досягнення кінцевого орієнтованого положення ОВ (КОП₃ за рис. 8 та КОП₂ за рис. 9) є результатом виконання різної кількості етапів орієнтування (за рис. 8 – три етапи, а за рис. 9 – два етапи). Очевидно, що технічна реалізація вказаної кількості етапів може бути виконана різними конструкціями ПО. Це на кінцевих етапах синтезу роботизованих механоскладальних технологій передбачає їх подальший вибір за прийнятним критерієм.

Висновки. Формалізований опис підфункцій орієнтування, на основі яких попередньо розроблена класифікація та кодовий опис ПО [13], [14], дозволяє формалізовано описати функцію орієнтування, визначити її склад з перспективою формалізованого опису та побудови моделі СООВ, що дозволить визначити критерії вибору ПО при їх функціональному узгодженні з ОВ, автоматизувати вибір ПО для автоматичного орієнтування ОВ і в перспективі – раціональний склад СООВ та оптимальну кількість етапів (позицій) автоматичного орієнтування ОВ щодо вибраного критерію при синтезі роботизованих механоскладальних технологій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Автоматизированные системы технологической подготовки робототехнического производства / Л.С. Ямпольский, О.М. Калинин, М.М. Ткач. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 274 с.
2. Войдов Ю.Г., Істомін Л.Ф., Лапковський С.В. Основи теорії систем і системного аналізу: Навчальний посібник. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2004. – 155 с.
3. Гибкие производственные системы сборки / Под ред. А.И. Федотова. – Л.: Машиностроение, 1989. – 349 с.
4. Гибкие производственные системы, промышленные роботы, робототехнические комплексы: В 14 кн.: Кн.13. П.В. Давыгора. ПИС для сборочных работ: Практик. пособие / Под ред. Б.И. Черпакова. – М.: Высш. шк. 1989. – 110 с.

5. Кирилович В.А., Коваль А.М., Черепанська І.Ю. Пристрій для орієнтації деталей. Декларційний патент на винахід № В23Q7/08. Бюлетень винаходів № 10, 2003 р.
6. Медвидь М.В. Автоматические ориентирующие грузозачные устройства и механизмы. – М.: МАШИЗ, 1963. – 297 с.
7. Положение на мировом рынке роботов. «Бизнес калейдоскоп» – БИКИ 03.04.2003. www.lh.ru/mscmpny.nsf/items/index.html. (станом на 14.10.2004 р.)
8. Сигорский В.П. Математический аппарат инженера. – Киев: Техніка. – 1975. – 538 с.
9. Стенін О.А., Лапковський С.В., Солдатова М.О. Вибір пристроїв при проектуванні гнучких виробничих систем // Збірник наукових праць Кіровоградського державного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2004. – Випуск 14. – С. 277–285.
10. Стенін О.А., Лапковський С.В., Солдатова М.О. Системно-структурні принципи комплексної технологічної підготовки виробництва при проектуванні гнучких виробничих систем // Системні дослідження та інформаційні технології. – Київ, 2004. – № 1. – С. 18–31.
11. Стенін О.А., Лапковський С.В., Стеніна М.О. Вивчення складу орієнтуючих рухів деталей. Вісник ЖІТІ. – № 1 (24). – Житомир. – 2003. – С. 171–181.
12. Тенденции и перспективы развития мирового рынка промышленных роботов. «Бизнес калейдоскоп» – БИКИ 01.03.2003. <http://www.lh.ru/mskawdb.nsf/key/searchresults.html> (станом на 14.10.2004 р.)
13. Черепанська І.Ю. До питання формалізації систем орієнтації об'єктів механоскладальних роботизованих виробництв // Збірник наукових праць Житомирського військового орденів Жовтневої Революції і Червоного Прапора інституту радіоелектроніки ім. С.П. Корольова. – Житомир. – 2004. – С. 80–85.
14. Черепанська І.Ю. Формалізація орієнтуючих пристроїв роботизованих механоскладальних виробництв // Збірник тез доповідей III Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених „Крок у майбутнє”. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2003. – С. 70–71.
15. Шабайкович В.А. Ориентирующие устройства с программным управлением: Технологические основы проектирования. – К.: Техніка, 1981. – 183 с.
16. Шабайкович В.А. Программное ориентирование деталей. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1983. – 168 с.

ЧЕРЕПАНСЬКА Ірина Юріївна – аспірант Житомирського державного технологічного університету, асистент кафедри економічної кібернетики Інституту підприємництва та сучасних технологій.

Наукові інтереси:

- математичне моделювання;
- автоматизовані виробництва.

Тел.: роб. 34-64-88, дом. 26-36-88

E-mail: Cherik@ukr.net, aviramp@ipst.zit.ua

КИРИЛОВИЧ Валерій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційно-комп'ютерних технологій Житомирського державного технологічного університету.

Наукові інтереси:

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

Тел.: роб. 24-14-17, дом. 34-01-65

E-mail: kiril_v@ziet.zhitomir.ua