

**УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ З ПРИКЛАДНОЇ  
ГЕОМЕТРІЇ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ»**

**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
*(КАФЕДРА НАРИСНОЇ ГЕОМЕТРІЇ, ІНЖЕНЕРНОЇ ТА  
КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ)*

## **МАТЕРІАЛИ**

**IV-ї ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ  
ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ  
«ПРИКЛАДНА ГЕОМЕТРІЯ, ДИЗАЙН, ОБ'ЄКТИ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙНА  
ДІЯЛЬНІСТЬ СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ»**

23 – 24 квітня 2015 р.  
УКРАЇНА, м. КИЇВ

ББК 22.151я43  
П75

**ДРУКУЄТЬСЯ ЗА НАКАЗОМ РЕКТОРА № 1-62**  
від 11 березня 2015 року

**Відповідальний за випуск – д-р техн. наук, проф. Ванін В.В.**  
Адреса редколегії: 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37, ФМФ, НТУУ «КПІ».  
Тел. (044) 454-94-46, E-mail: upn@ukr.net

**Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності та інноваційна діяльність студентів та молодих вчених».** Випуск 4. – К.: ДІЯ, 2015р. – 245 с. з іл.

ISBN 966-7665-80-6

ISBN 966-7665-80-6

© Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», 2015



### **Шановні друзі!**

Вітаю учасників IV Всеукраїнської конференції молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн, об'єкти інтелектуальної власності». Наша конференція присвячена дуже актуальній тематиці – «Інноваційна діяльність студентів та молодих вчених – майбутнє України».

Формування творчого молодіжного середовища є найважливішим завданням кожного суспільства. Саме творча молодь, без перебільшення, визначає розвиток держави, її авторитет у світі, рівень життя її громадян. Саме така молодь спроможна створити нові інноваційні технології та обладнання для їх реалізації, знайти ефективні рішення на виклики нашого сторіччя.

Прикладна геометрія, як наука, створює базу для моделювання різноманітних явищ, процесів, машин і механізмів.

«Геометрія – керманіч усіх розумових пошуків», – наголосив М. Ломоносов.

Логіка, чіткість та краса геометричних образів та тверджень не тільки розвивають творче мислення, але і слугують базою розв'язання багатьох технічних задач.

Так, наприклад, саме розробка геометрії поверхонь літака є базою діалогу та результатом творчої співпраці спеціалістів різного профілю, що приймають участь у створенні літака.

Дизайн промислового виробу також базується на ретельній проробці його геометрії. Від цього залежить і якість виробу, його комфортність для людини, можливість отримати найбільший ефект при користуванні. Особливе місце в творчому розвитку займає винахідницька діяльність. Винахід – це результат творчої розробки від ідеї до втілення у виріб або процес – об'єкт інтелектуальної власності творчої особистості.

Найважливіша задача вищої школи – формування творчої особистості. Тільки такий спеціаліст спроможний адаптуватися до розуміння та використання нової інформації, що так швидко змінюється у сучасному світі, створити інноваційні технології.

**Бажаю творчих успіхів!**

Декан фізико-математичного факультету,  
Заслужений працівник народної освіти  
України, д.т.н., професор

В. Ванін

*Овсієнко Л.Г., Кір'янова К. О.*  
ДО ПИТАННЯ РОЗРОБКИ ЗАВДАНЬ  
ПРОГРАМОВАНОГО КОНТРОЛЮ З КУРСУ  
"НАРИСНА ГЕОМЕТРІЯ"..... 180

*Юрчук В.П., Парахіна Н.А.,  
Коробка П.О., Карпюк В. В.*  
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУЧНОГО ПОЛОЛЬНО-  
РОЗПУШУВАЛЬНОГО ЗНАРЯДДА..... 183

*Пихтєєва І.В., Стрелкова М.А.*  
ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ  
ДЛЯ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРОЦЕСУ ГРАНУЛЯЦІЇ..... 186

*Самарін В.О.*  
АНАЛІЗ ТЕПЛОБМІНУ ВИПРОМІНЮВАННЯМ  
ГЛАДКОТРУБНИХ ПУЧКІВ..... 190

*Семків О.М., Сухарькова О.І.*  
ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ  
ПАРАМЕТРІВ ФАЗОВИХ ТРАЕКТОРІЙ  
РІВНЯНЬ..... 195

*Точинський В. О., Кривошеєв В. С.,  
Ясінський В. В., Юрчук В. П.*  
ГЕОМЕТРИЧНЕ КОСТРУЮВАННЯ  
СИВАЛКИ-САДЖАЛКИ КАРТОПЛІ..... 200

*Устенко С. А., Соколенко В. В.*  
КРИПТОГРАФІЧНИЙ СПОСІБ ПОПІКСЕЛЬНОГО  
ШИФРУВАННЯ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ..... 203

*Франчук Ю.О., Спірінцев Д.В.*  
ОСНОВНОЇ АЛГОРИТМ СПОСОБУ ІНТЕРПОЛЯЦІЇ  
НА ОСНОВІ РОЗВ'ЯЗАННЯ СХЕМ КУТОВИХ  
ПАРАМЕТРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ  
УПРАВЛЯЮЧОГО КОЕФІЦІЄНТУ..... 208

*Чапля Ю.С., Соболь О.М.*  
МЕТОД ПОШУКУ ГЛОБАЛЬНОГО ЕКСТРЕМУМУ  
ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО  
РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ НЕОРІЄНТОВАНИХ  
ОБ'ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ .....213

*Юрчук В.П., Карпюк В.В.,  
Святина М.А., Шевченко Я.М.*  
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ  
ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ  
КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ..... 219

*Юрчук В. П., Макаров В. І.,  
Грубич М. В., Райлян С. В.*  
ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНІ  
РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ  
КРОВОВИХ ДРЕН.....223

*Юрчук В.П., Яблонський П.М.,  
Парахіна Н.А., Чорний І.І.*  
ВИКОРИСТАННЯ ГВИТОВОЇ ПОВЕРХІ  
У ПРИСТРОЇ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ  
ТА ПОДРІБНЕННЯ ПРОДУКТІВ..... 226

*Юрчук В.П., Юрчук І. С., Орел О.Ю.*  
ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ..... 229

*Юрчук В.П., Махорін Я. Г.*  
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СПРЯЖЕНИХ  
АРХІМЕДОВОГО ТА КОНВОЛЮТНОГО ГЕЛІКОЇДІВ  
НА БАЗІ ДІАГРАМИ КІНЕМАТИЧНОГО ГВИНТА..... 231

*Юрчук В.П., Надкернична Т.М.,  
Кравчук Д.І., Кравчук Л.І.*  
ГЕОМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУЮВАННЯ  
КОРЕНЕВИКОПУЮЧОГО ПРИСТРІЮ..... 235

ЗМІСТ..... 238

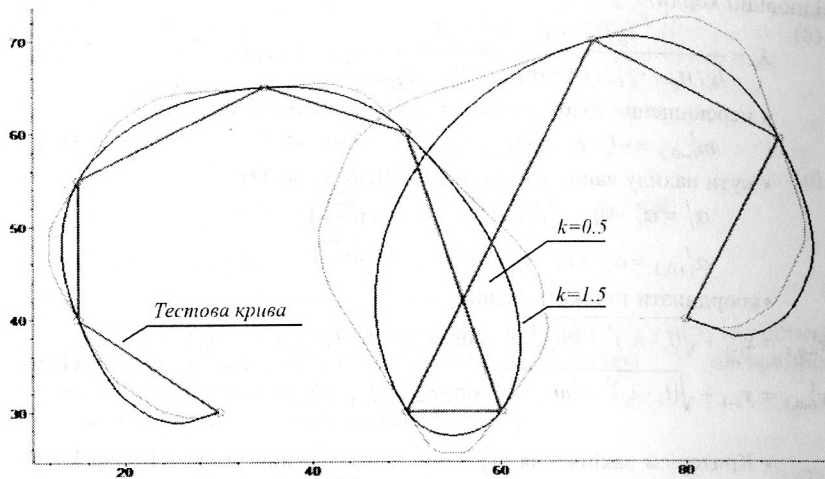


Рис. 1. – Результат згущення тестової ДПК (4 кроки).

**Висновки.** Представлено основний алгоритм способу інтерполяції на основі розв'язання схем кутових параметрів з використанням управляючого коефіцієнту. Подальші роботи у цьому напрямку будуть спрямовані на визначення оптимального значення коефіцієнта  $k$  у залежності від декількох додаткових умов моделювання одночасно.

#### Бібліографічний список

1. Найдиш В.М. Основи прикладної дискретної геометрії [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III-IV рівнів акредитації] / В.М. Найдиш, В.М. Верещага, А.В. Найдиш, В.М. Малкіна. – Мелітополь: ТДАТУ, 2007. – 194с.
2. Верещага В.М. Дискретно-параметрический метод геометрического моделирования кривых линий и поверхностей: дисс... д-ра техн. наук: 05.01.01 / В.М. Верещага. – Мелітополь, 1996. – 320 с.
3. Спиринцев Д.В. Дискретная интерполяция на основе вариативного формирования разностных схем угловых параметров: дисс. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / Д.В. Спиринцев. – Мелітополь, ТДАТУ, 2010. – 214 с.
4. Найдиш А.В. Застосування додаткових умов моделювання у методі на основі вариативного формування різницевих схем кутових параметрів / А.В. Найдиш, Д.В. Спиринцев // [Електронний ресурс] Науковий вісник Тавр. держ. агротехнолог. університету / ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 1, т.2. – С. 150-160.

## МЕТОД ПОШУКУ ГЛОБАЛЬНОГО ЕКСТРЕМУМУ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ В ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ НЕОРІЄНТОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ З КУСОЧНО-НЕЛІНІЙНИМИ ГРАНИЦЯМИ

Чапля Ю.С., ад'юнкт\*,

Соболь О.М., д.т.н.

Національний університет

цивільного захисту України (Україна, м. Харків)

**Анотація** – в даній роботі розроблено модифікований метод гілок та меж для пошуку глобального екстремуму цільової функції в задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній області змінної довжини.

**Ключові слова** – метод гілок та меж, глобальний екстремум, оптимальне розміщення, неорієнтовані об'єкти з кусочно-нелінійними границями.

**Постановка проблеми.** На теперішній час існує актуальна науково-прикладна проблема розробки теоретичних основ геометричного моделювання оптимізації розміщення плоских об'єктів з нелінійними границями в заданих областях. Одним із перспективних напрямків у рамках даної проблеми є дослідження задач нерегулярного розміщення неорієнтованих плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Особливість даних задач полягає у наступному: по-перше, наявність нелінійних фрагментів границь призводить до необхідності враховувати нелінійні обмеження на параметри розміщення відповідних об'єктів; по-друге, геометричні об'єкти є неорієнтованими, що збільшує розмірність даних задач за рахунок збільшення параметрів розміщення даних об'єктів. Таким чином, врахування даних особливостей зумовлює розробку нових моделей та методів геометричного моделювання оптимізаційного розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями у заданих областях.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженню задач оптимізаційного розміщення плоских орієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями присвячено, наприклад, роботу [1]. В роботі [2] досліджено питання геометричної інформації в задачах оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями. Роботу [3] присвячено розробці математичної моделі оптимізації розміщення плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-

\* Науковий керівник – д.т.н., с.н.с. Соболь О.М.

нелінійними границями та дослідженню її особливостей.

**Формування цілей (постановка завдання).** В даній роботі необхідно розробити метод пошуку глобального екстремуму цільової функції в задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній області змінної довжини.

**Основна частина.** Розглянемо постановку задачі. Нехай у двовимірному просторі задано об'єкти розміщення  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ ,  $i=1, 2, \dots, N$ , з кусочно-нелінійними границями. Дані об'єкти є неорієнтованими і задаються послідовністю своїх вершин  $\{v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{im_i}\}$ ,  $v_{id} = (x_{id}(\theta_i), y_{id}(\theta_i))$ ,  $d=1, 2, \dots, m_i$ , у локальній системі координат, причому нумерація вершин здійснюється проти годинникової стрілки. Кожна пара вершин  $(v_{id}, v_{id+1})$  з'єднується фрагментом кривої 2-го порядку:

$$a_{i,dd+1,1}(\theta_i)x_i^2 + a_{i,dd+1,2}(\theta_i)x_i y_i + a_{i,dd+1,3}(\theta_i)y_i^2 + a_{i,dd+1,4}(\theta_i)x_i + a_{i,dd+1,5}(\theta_i)y_i + a_{i,dd+1,6}(\theta_i) = 0, \quad (1)$$

де  $a_{i,dd+1,c}(\theta_i)$ ,  $c=1, \dots, 6$  – параметри квадратичної форми, що описує фрагмент границі між вершинами  $v_{id}$  та  $v_{id+1}$  об'єкта  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ .

Необхідно розмістити об'єкти  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ ,  $i=1, \dots, N$ , у прямокутній області  $S_0(l, b)$  таким чином, щоб її довжина  $l$  була мінімальною і при цьому виконувались обмеження на:

– взаємний неперетин об'єктів  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$  та  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ ,  $i=1, \dots, N$ ,  $j=i+1, \dots, N$ ;

– належність об'єктів  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$  області  $S_0(l, b)$ .

Введемо вектор параметрів  $u = (u_1, u_2, \dots, u_N)$ ,  $u_i = (x_i, y_i, \theta_i)$ ,  $i=1, \dots, N$ ,  $u \in R^q$ ,  $q=3N$ . Вектор всіх змінних задачі позначимо  $Z = Z(u, l) \in R^{q+1}$ . Тоді загальна модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями має наступний вигляд:

$$l^* = \arg \min_{u \in W} Z(u, l), \quad (2)$$

де  $W$ :

$$\Phi(x_i, y_i, \theta_i, x_j, y_j, \theta_j) \geq 0, \quad i=1, \dots, N-1, \quad j=i+1, \dots, N; \quad (3)$$

$$\Phi_{cS_0}(x_i, y_i, \theta_i, 0, 0) \geq 0, \quad i=1, \dots, N. \quad (4)$$

В моделі (2)-(4) вираз (2) являє собою цільову функцію задачі; вираз (3) – умову взаємного неперетину об'єктів розміщення; вираз (4) – умову належності об'єктів області розміщення, причому  $cS_0$  – доповнення  $S_0$  до двовимірного простору. Слід відзначити, що для формалізації обмежень (3) і (4) використано апарат  $\Phi$ -функцій, введений в роботах Ю.Г. Стояна [4]. У роботі [5] запропоновано спосіб побудови 0-рівня  $\Phi$ -функції для плоских неорієнтованих об'єктів з кусочно-нелінійними границями.

Геометрична інтерпретація умови (3) для фіксованих  $\theta_i$  та  $\theta_j$  наведена на рис. 1.

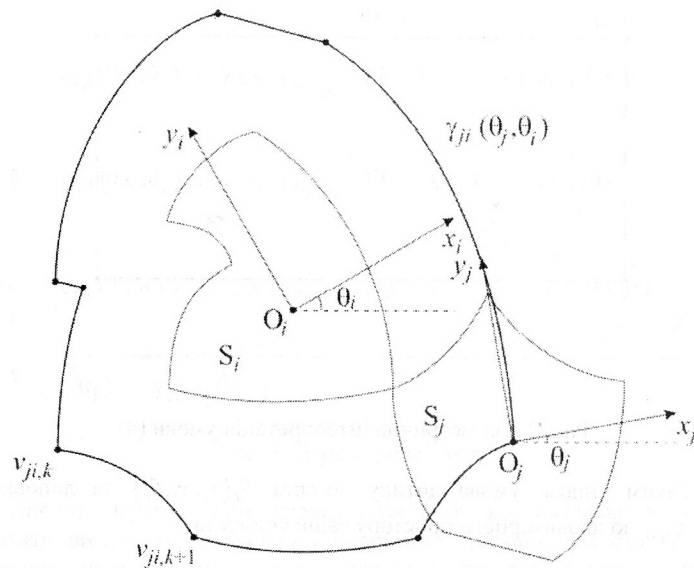


Рис. 1. Геометрична інтерпретація умови (3)

У загальному випадку, умова дотику об'єктів  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$  та  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ , має вигляд:

$$a_{ji,kk+1,1}(\theta_j, \theta_i)x^2 + a_{ji,kk+1,2}(\theta_j, \theta_i)xy + a_{ji,kk+1,3}(\theta_j, \theta_i)y^2 + a_{ji,kk+1,4}(\theta_j, \theta_i)x + a_{ji,kk+1,5}(\theta_j, \theta_i)y + a_{ji,kk+1,6}(\theta_j, \theta_i) = 0; \quad (5)$$

де  $a_{ji,kk+1,t}(\theta_j, \theta_i)$ ,  $t=1, \dots, 6$  – параметри квадратичної форми, що описує фрагмент між  $k$  та  $(k+1)$  вершинами контуру дотику  $\gamma_{ji}(\theta_j, \theta_i)$  об'єктів  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$  та  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$ ,  $j=1, \dots, N$ ,  $i=1, \dots, N$ ,  $j \neq i$ ;

На рис. 2 наведена геометрична інтерпретація умови (4) для фіксованого  $\theta_i$ .

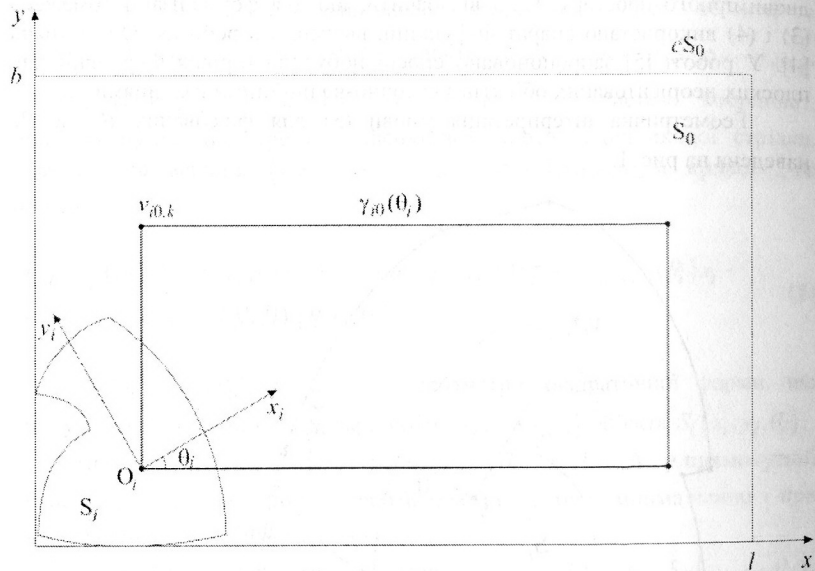


Рис. 2. Геометрична інтерпретація умови (4)

Таким чином, умова дотику об'єкта  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$  та доповнення області  $S_0$  до двовимірного простору записується так:

$$a_{i0,k}(\theta_i)x + b_{i0,k}(\theta_i)y + c_{i0,k}(\theta_i) = 0; \quad (6)$$

$$k = 1, \dots, 4.$$

Для пошуку глобального екстремуму цільової функції (2) побудуємо дерево розв'язків, що наведено на рис. 3.

Кожен рівень дерева розв'язків відповідає незалежній змінній даної задачі, кількість яких дорівнює  $3N+1$ . На відповідному рівні дерева розв'язків записуються рівняння фрагментів контурів дотику геометричних об'єктів. Наприклад, для рівня дерева, що відповідає

незалежній змінній  $x_1$ , записуються ті рівняння, до яких входить дана змінна.

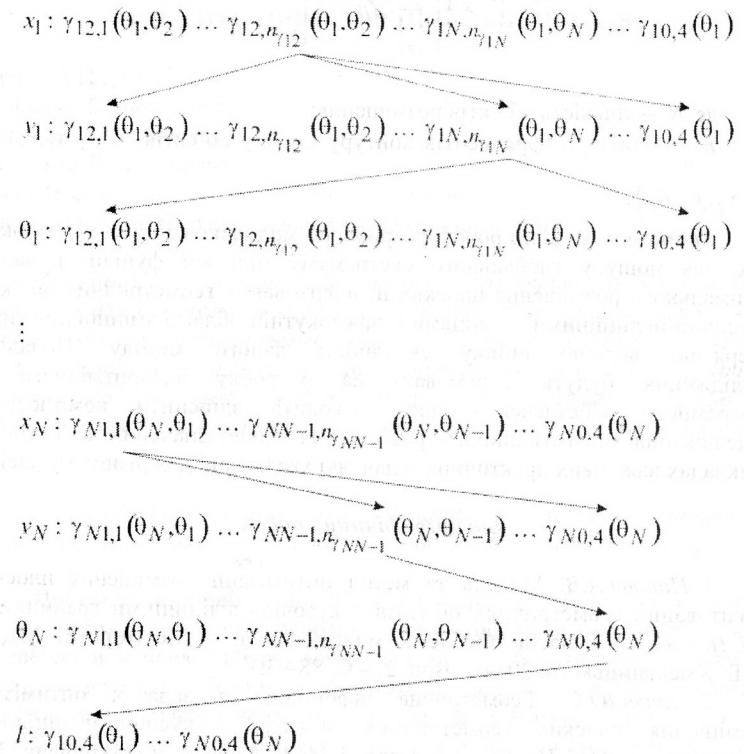


Рис. 3. Дерево розв'язків

Повний перебір гілок дерева розв'язків, що наведено на рис. 3, дозволить визначити глобальний екстремум цільової функції (2). Для одержання припустимих значень цільової функції задачі необхідно розв'язати систему з  $3N+1$  рівнянь (як лінійних, так і нелінійних), причому фрагмент контуру  $\gamma_{ji,k}(\theta_j, \theta_i)$  описується рівнянням виду (5), а контуру  $\gamma_{i0,k}(\theta_i)$  – рівнянням виду (6).

Неприпустимі гілки дерева розв'язків відсікаються за допомогою відповідних правил.

Верхня оцінка складності (кількості систем рівнянь, які необхідно розв'язати для визначення параметрів розміщення відповідних геометричних об'єктів) розробленого модифікованого методу гілок та меж має вигляд:

$$O = N \cdot \prod_{i=1}^N \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^N n_{\gamma_{ij}} + 4 \right); \quad (4.11)$$

де  $N$  – кількість об'єктів розміщення;

$n_{\gamma_{ij}}$  – кількість фрагментів контуру дотику об'єктів  $S_i(x_i, y_i, \theta_i)$  та  $S_j(x_j, y_j, \theta_j)$ .

**Висновки.** В даній роботі розроблено модифікований метод гілок та меж для пошуку глобального екстремуму цільової функції в задачі оптимального розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями у прямокутній області змінної довжини. Одержано верхню оцінку складності даного методу. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку алгоритмічного та програмного забезпечення, що дозволить здійснити комп'ютерне моделювання оптимізаційного розміщення вищезазначених об'єктів на прикладах важливих практичних задач, які характерні для різних галузей.

#### Бібліографічний список

1. *Попова А.В.* Модель та метод оптимізації розміщення плоских орієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *А.В. Попова* // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Вип. 2. – С. 88-93.
2. *Чапля Ю.С.* Геометрична інформація в задачах оптимізації розміщення плоских геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *Ю.С. Чапля, А.В. Попова, О.М. Соболев* // Матеріали III-ї Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Прикладна геометрія, дизайн та об'єкти інтелектуальної власності». Вип. 3. – К.: ДІА, 2014. – С. 214-219.
3. *Комяк В.М.* Математична модель оптимізації розміщення плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями / *В.М. Комяк, О.М. Соболев, Ю.С. Чапля* // Вестник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2014. – Вип. 3(50). – С. 300-305.
4. *Стоян Ю.Г.* Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования / *Ю.Г. Стоян, С.В. Яковлев*. – К.: Наукова думка, 1986. – 268 с.
5. *Соболев О.М.* Спосіб побудови 0-рівня Ф-функції для плоских неорієнтованих геометричних об'єктів з кусочно-нелінійними границями // *О.М. Соболев, Ю.С. Чапля* // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – Вип. 3. – С. 119-125.

#### ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

Юрчук В.П., д.т.н.,

Карлюк В.В., пошукач\*,

Святина М.А., аспірант\*

Шевченко Я.М., студент

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут". (Україна, м. Київ)

**Анотація** - розглядається питання геометричного моделювання пристрою для викопування коренебульбоплодів. Пристрій відноситься до області сільськогосподарського машинобудування, найбільш доцільно застосовувати його для викопування коренебульбоплодів. При збиранні врожаю, необхідно відрегулювати відстань між фрезами залежно від різновиду коренебульбоплодів, що збираються, і глибини їх залягання в ґрунті.

**Ключові слова** - леміш, засоби вібраційної дії, мотобило, ланцюгова трансмісія, двоххилий відвал, збирання коренебульбоплодів, робочі органи.

**Постановка проблеми.** Збирання коренебульбоплодів є доволі трудомістким процесом, особливо це стосується картоплі. Якщо коренеплоди, наприклад буряк або редьку, можна збирати витягуванням, то картоплю потрібно обов'язково підкопувати, а вже після того збирати з поверхні ґрунту ручним методом, чи комбайнами. Потужних комбайнів для викопування коренебульбоплодів існує багато, але всі вони мають великі габаритні розміри, можуть використовуватись лише на великих ділянках, потребують значних витрат пального, до того ж часто пошкоджують овочі під час викопування. При цьому для збирання кожного типу овочевих культур використовують окремі спеціальні комбайни, [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Існуючі конструкції невеликих коренебульбокопачів не задовольняють потреб споживачів через низьку економічність, потребу в потужному двигуні і використання в них пасивних органів різання для підкопування ґрунту - плоских прямих лемешів, які не можуть бути використані для універсальних машин. Тому ефективність підкопування лемеша залежить від дотримання залежності його довжини, від площі поперечного перерізу ґрунту, що підрізується лемешем, а саме : довжина лемеша має бути пропорційна площі перерізу зазначеного шару ґрунту [2].

Так, при глибині копання 5-8 см леміш повинен мати довжину не більшу за 13 см, але леміш такої малої довжини конструктивно важко

\* *Науковий керівник - д.т.н., проф. Юрчук В.П.*