УДК 514.18

ЗАСТОСУВАННЯ ДОДАТКОВИХ УМОВ МОДЕЛЮВАННЯ У МЕТОДІ НА ОСНОВІ ВАРІАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ

Найдиш А.В., д.т.н.,
Спірінцев Д.В., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел.: (0619) 42-20-32

***Анотація* – пропонується використання різноманітних додаткових умов стосовно нової варіативної схеми згущення дискретно представлених кривих (ДПК) на основі кутових параметрів, а також розглядаються модифікації основного алгоритму методу згущення відповідно до цих додаткових умов.**

***Ключові слова* – варіативне дискретне геометричне моделювання, метод згущення, основний алгоритм згущення, різницеві схеми кутових параметрів, додаткові умови, кутові параметри.**

Постановка проблеми. Дослідження та побудова моделей кривих ліній і поверхонь, що описують досліджуване явище або процес, безумовно, є пріоритетним напрямом для науки і техніки. Класичні методи інтерполяції не завжди в змозі ефективно вирішити деякі практичні завдання, особливо якщо виникає необхідність у збільшенні кількості параметрів з метою дотримання додаткових вимог моделювання, а також завдання, пов'язані з рядом особливостей в геометрії як вихідної, так і результуючої ДПК (перехідні, прямолінійні ділянки, особливі точки ДПК). Тому проблема полягає у розробці нових геометричних схем та відповідних їм алгоритмів, які б вирішували ці питання. Крім того, необхідно, щоб вони мали значні можливості у корегуванні форми моделюємої кривої, дозволяли проводити її локальну корекцію, володіли значною швидкодією та простотою розрахунків, а також відповідали внутрішній геометрії вихідної ДПК.

Аналіз останніх досліджень. Проведені у рамках варіативного дискретного геометричного моделювання (ВДГМ) дослідження [1-6], показали ефективність розроблених методів дискретної інтерполяції для вирішення подібних завдань. При цьому основна увага дослідників була приділена розробці методів, що спираються на лінійні параметри [6]. Проте, останнім часом активізувалися дослідження з розро-

---

бки методів, що враховують кутові параметри [2-5]. Це обумовлено тим, що кутові параметри мають ряд переваг перед лінійними [7].

Поряд з наявними перевагами, розроблені на сьогодні методи ВДГМ, що враховують кутові параметри [2-4], ще мають перспективи подальшого розвитку та досліджень які були розглянуті в роботах Найдиша В.М. та його учнів, у напрямку розширення можливостей керування (варіювання) формою моделюємої кривої та її локальної корекції. Тому розробка нових методів ВДГМ на основі моделювання кутових параметрів, за умови відсутності осциляції і дотримання додаткових умов задачі, є актуальною.

Формулювання цілей статті. Метою статті є застосування різноманітних додаткових умов стосовно нової варіативної схеми згущення, а також розгляд основного алгоритму згущення методу на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів відповідно до цих умов.

Основна частина. Розглянемо фрагмент ДПК довільної конфігурації, заданої координатами $(x_i, y_i), i = \overline{0;n}$, своїх точок у глобальній системі координат (рис.1).

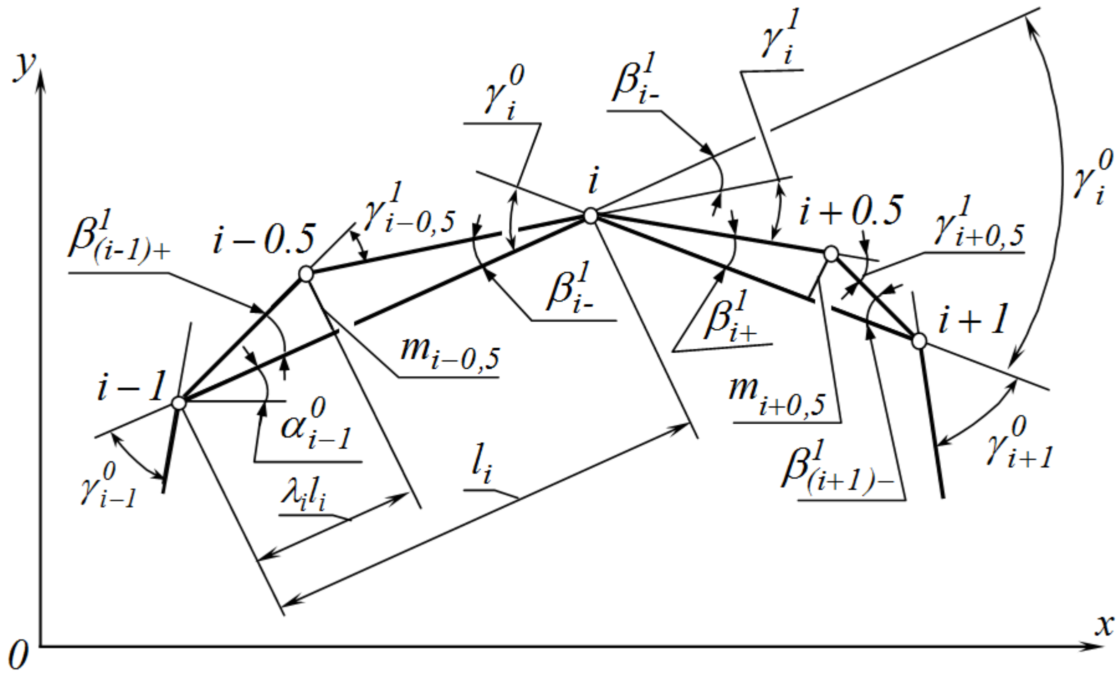

Рис. 1. Загальна кутова схема згущення.

У попередніх дослідженнях [7,8] нами було запропонована варіативна схема згущення на основі кутових параметрів:

$$(1-\eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + \gamma_i^1 + \eta_i \gamma_{i+0.5}^1 = \gamma_i^0, \quad i = \overline{1;n-1}, \qquad (1)$$

де γ_i^0, γ_i^1 – кути суміжності між ланками СЛЛ до і після першого кроку згущення (індекс угорі) в i-му вузлі ДПК;

$\gamma_{i+0.5}^1$ – кут суміжності у точці згущення $i+0.5$;

$\eta \in [0;1]$ – коефіцієнт співвідношення кутових параметрів;

$$\eta_i = \frac{\gamma_i^0}{\gamma_i^0 + \gamma_{i+1}^0}, \quad i = \overline{0;n-1}. \qquad (2)$$

Моделювання ДПК довільної конфігурації з використанням запропонованої варіативної схеми (1) можливо за рахунок накладання таких додаткових умов на співвідношення між кутами суміжності, які дозволяють зберігати геометричні властивості вихідної ДПК. Розглянемо наступні види додаткових умов:

1. Додаткові умови, що не приводять до формування різницевих схем, однак у порівнянні з існуючими схемами надають можливість управління формою згущеної кривої. Наприклад, γ_{min}^1, $\gamma_{cp.}^1$ або γ_{opt}^1 [2, 6, 7].
2. Додаткові умови, що призводять до формування різницевих схем першого порядку. Наприклад, додаткова умова (3), яка переносить співвідношення між кутами суміжності з вихідної на згущену ДПК.

$$\gamma_i^1 = \frac{\gamma_i^0}{\gamma_{i+1}^0} \cdot \gamma_{i+0,5}^1, \quad i = \overline{0;n-1}. \qquad (3)$$

3. Додаткові умови, що призводять до формування різницевих схем другого порядку. Це дозволяє збільшити кількість управляючих параметрів при управлінні формою моделюємої кривої. Наприклад, умова (4) згідно з якою кут суміжності у середній точці згущення $\gamma_{i+0,5}^1$ дорівнює сумі кутів у сусідніх точках згущення $\gamma_{i-0,5}^1$ та $\gamma_{i+1,5}^1$ з урахуванням коефіцієнтів η_i

$$(1-\eta_{i-1})\gamma_{i-0,5}^1 + \eta_{i+1}\gamma_{i+1,5}^1 = \gamma_{i+0,5}^1, \quad i = \overline{1;n-1}. \qquad (4)$$

Використання описаних додаткових умов можливо на основі використанням **основного алгоритму** розрахунку координат точок згущення методом варіативного формування різницевих схем кутових параметрів, який полягає у наступному.

1. Визначаються геометричні характеристики вихідної ДПК:
   – довжина ланок l_i

$$l_i = \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2}, \quad i = \overline{1;n}; \qquad (5)$$

   – кути суміжності γ_i^0 у вузлах до згущення

$$\gamma_i^0 = \pm arccos\left(\frac{a_1 a_2 + b_1 b_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2)\cdot(a_2^2 + b_2^2)}}\right), \quad i = \overline{1,n-1}; \qquad (6)$$

де «+» – для опуклої ДПК ($\gamma_i^0 < 0,\ i = \overline{0;n}$);

«–» – для увігнутої ДПК ($\gamma_i^0 > 0,\ i = \overline{0;n}$);

a_1, a_2, b_1, b_2 – коефіцієнти рівнянь прямих, на яких лежать ланки $(i-1,i)$ та $(i,i+1)$, $i=\overline{1,n-1}$ відповідно;

$a_1 = y_{i+1} - y_i$; $b_1 = x_i - x_{i+1}$; $a_2 = y_i - y_{i-1}$; $b_2 = x_{i-1} - x_i$,

де x_{i-1}, y_{i-1}, x_i, y_i, x_{i+1}, y_{i+1} – координати i-1, i, i+1 вихідної ДПК.

– кути суміжності у першому γ_0^0 та останньому γ_n^0 вузлах ланок вихідної ДПК:
  – для незамкненої кривої

$$\gamma_0^0 = \gamma_1^0, \quad \gamma_n^0 = \gamma_{n-1}^0; \tag{7}$$

  – для замкненої кривої

$$\gamma_0^0 = \gamma_n^0 = \pm arccos\left(\frac{((x_1 - x_{n-1})^2 + (y_1 - y_{n-1})^2) - l_1^2 - l_n^2}{2 \cdot l_1 \cdot l_n}\right); \tag{8}$$

– кут нахилу α_0 першої ланки до осі Ox:

$$\begin{cases} \alpha_0 = arcsin\dfrac{y_1 - y_0}{[0,1]}, \quad якщо \quad \Delta x_1 = [x_1 - x_0] > 0, \\ \alpha_0 = -180^0 - arcsin\dfrac{y_1 - y_0}{[0,1]}, \quad якщо \quad \Delta x_1 = [x_1 - x_0] < 0. \end{cases} \tag{9}$$

– кути α_i, $i=\overline{1,n-1}$

$$\alpha_i = \gamma_i + \alpha_{i-1}, \qquad i=\overline{1,n-1}. \tag{10}$$

2. Визначається конфігурація вихідної ДПК (опукла, увігнута, містить прямолінійні або перехідні ділянки) на підставі її дискретних геометричних характеристик [6].
3. Визначаються значення коефіцієнтів ηі згідно з (2).
4. Розраховуються кути суміжності $\gamma_i^1, i=\overline{1;n-1}$ і $\gamma_{i-0,5}^1, i=\overline{1;n}$ ланок згущеної ДПК.

Значення кутів суміжності у першому й останньому вузлах після згущення для незамкненої кривої визначаються згідно з (11)–(12), для замкненої кривої згідно з (13):

$$\gamma_0^1 = \gamma_0^0 - \eta_0 \cdot \gamma_{0.5}^1; \tag{11}$$

$$\gamma_n^1 = \gamma_n^0 - (1 - \eta_{n-1}) \cdot \gamma_{n-0.5}^1; \tag{12}$$

$$\gamma_0^1 = \gamma_n^1 = \gamma_n^0 - (1 - \eta_{n-1}) \cdot \gamma_{n-0.5}^1 - \eta_0 \cdot \gamma_{0.5}^1. \tag{13}$$

5. Розраховуються геометричні характеристики згущеної ДПК.
   – коефіцієнти λ_i (відношення проекцій довжин ланок СЛЛ на відповідні хорди)

$$\lambda_i = \frac{tg[(1-\eta_{i-1})\gamma_{i-0,5}^1]}{tg(\eta_{i-1} \cdot \gamma_{i-0,5}^1) + tg[(1-\eta_{i-1})\gamma_{i-0,5}^1]}, \ i=\overline{1;n}; \tag{14}$$

   – перевищення точок згущення над відповідними хордами

$$m^1_{i-0.5} = -l_i \cdot \lambda_i \cdot tg(\eta_{i-1} \cdot \gamma^1_{i-0.5}),\ i = \overline{1;n}; \qquad (15)$$

– кути нахилу ланок згущеної СЛЛ ДПК до осі Оx:

$$\begin{aligned} \alpha^1_i &= \alpha_i - \eta_i \cdot \gamma^1_{i+0,5}, && i = \overline{0,n-1},; \\ \alpha^1_{i+0,5} &= \alpha_i + (1-\eta_i) \cdot \gamma^1_{i+0,5}, && i = \overline{1;n-1}. \end{aligned} \qquad (16)$$

– координати точок згущення:

$$\begin{aligned} x^1_{i-0,5} &= x_{i-1} + \sqrt{(l_i \cdot \lambda_i)^2 + (m_{i-0,5})^2} \cdot \cos(\alpha^0_{i-1} - \eta_{i-1} \cdot \gamma^1_{i-0,5}), \\ y^1_{i-0,5} &= y_{i-1} + \sqrt{(l_i \cdot \lambda_i)^2 + (m_{i-0,5})^2} \cdot \sin(\alpha^0_{i-1} - \eta_{i-1} \cdot \gamma^1_{i-0,5}). \end{aligned} \quad i = \overline{1;n}. \qquad (17)$$

6. Критерієм закінчення згущення є досягнення умови (18) на k-му кроці згущення

$$max\left|\gamma^1_{i+0,5}\right| \le \varepsilon, \quad i = \overline{1;n-1}, \qquad (18)$$

де $\varepsilon \ge 0$ – як завгодно мале наперед задане число.

При необхідності продовження згущення, точки ряду перенумеровуються і розрахунок повторюється. По досягненні цієї умови точки згущеної ДПК з'єднуються відрізками супровідної ломаної лінії (СЛЛ), що і вважається остаточною формою інтерполюючої кривої.

Пункт 4 даного алгоритму дозволяє розраховувати кути суміжності у точках згущення у залежності від виду використовуємих додаткових умов.

Наприклад, при використанні додаткової умови γ^1_{opt}, значення кутів суміжності у точках згущення розраховуються згідно виразу (19), а значення кутів згущення γ^1_i у вузлових точках розраховуються згідно з виразом (20):

$$\gamma^1_{i-0,5} = \frac{1}{2}\gamma^0_{opt},\ i = \overline{1,n},\ \text{де}\ \gamma^0_{opt} = \begin{cases} min\left(\gamma^0_{i-1}, \gamma^0_i\right), \gamma^0_i > 0, \\ (-1)\,min\left(\left|\gamma^0_{i-1}\right|, \left|\gamma^0_i\right|\right), \gamma^0_i < 0, \end{cases} \qquad (19)$$

$$\gamma^1_i = \gamma^0_i - (1-\eta_{i-1})\gamma^1_{i-0,5} - \eta_i \cdot \gamma^1_{i+0,5},\ i = \overline{1;n-1}. \qquad (20)$$

Розглянуті додаткові умови (19) раніше [2,6] застосовувались до схеми побудови точок згущення на серединних перпендикулярах відповідних ланок супровідної ломаної лінії ДПК. Використання цих додаткових умов у новій варіативній схемі згущення (1) змінює геометричну ідею побудови точок згущення. При цьому зберігаються всі переваги даного способу, але, у порівнянні зі схемою [2], з'являється можливість керування формою згущеної кривої за рахунок варіювання коефіцієнтом співвідношення кутових параметрів.

Для отримання різницевої схеми першого порядку з використанням додаткової умови (3), у пункті 4 даного алгоритму необхідно виконати наступну послідовність дій.

1. Підставляється вираз (3) у варіативну схему (1)
$$(1-\eta_{i-1})\gamma^1_{i-0,5}+\left(\frac{\gamma^0_i}{\gamma^0_{i+1}}+\eta_i\right)\gamma^1_{i+0,5}=\gamma^0_i,\ i=\overline{1;n-1}. \quad (21)$$
2. З системи (21) визначаються залежності між кутами суміжності у точках згущення
$$\gamma^1_{i+0,5}=A_{i+0,5}-B_{i+0,5}\cdot\gamma^1_{i-0,5},\quad i=\overline{1;n-1}, \quad (22)$$
де $A_{i+0,5}=\dfrac{(\gamma^0_i+\gamma^0_{i+1})\cdot\gamma^0_{i+1}}{\gamma^0_i+2\gamma^0_{i+1}}$, $B_{i+0,5}=\dfrac{(\gamma^0_i+\gamma^0_{i+1})\cdot\gamma^0_{i+1}}{(\gamma^0_{i-1}+\gamma^0_i)\cdot(\gamma^0_i+2\gamma^0_{i+1})}$.
3. Один з кутів суміжності у точці згущення обирається в якості управляючого параметру, після чого виражаються усі кути згущення в точках згущення через обраний управляючий параметр.
4. Накладаються умови відсутності осциляції (23)-(24) на отримані в попередньому пункті залежності:
   – для опуклої ДПК:
$$\gamma^1_i<0 \text{ и } \gamma^1_{i+0,5}<0,\ i=\overline{1;n-1}; \quad (23)$$
   – для увігнутої ДПК:
$$\gamma^1_i>0 \text{ и } \gamma^1_{i+0,5}>0,\ i=\overline{1;n-1}. \quad (24)$$
5. Вирішується отримана система нерівностей відносно управляючого параметра. З відрізку рішень вибирається його допустиме значення.
6. Розраховуються значення інших кутів суміжності у точках згущення ($\gamma^1_{i+0,5}$, $i=\overline{0;n-1}$) шляхом підстановки значення управляючого параметра в отримані в п. 3 залежності. Значення кутів суміжності у вузлових точках ($\gamma^1_i, i=\overline{0,n-1}$) знаходяться з виразу (3).

Особливістю даної схеми, по-перше, є її простота, оскільки у результаті рішення різницевої схеми маємо відрізок рішень, а не багатокутник (простіше в програмній реалізації), по-друге, дане додаткове умова не нав'язує згущеної ДПК якісь певні властивості, а переносить співвідношення між кутами суміжності з вихідної на згущену, зберігаючи при цьому її геометричні властивості. Недоліком даної схеми є зменшення кількості управляючих параметрів, що звужує можливості управління формою модельованої кривої.

Тестовий приклад (два кроки згущення) з використанням даної додаткової умови наведено на рис. 2.

Для отримання різницевої схеми другого порядку з використанням додаткової умови (4), у пункті 4 основного алгоритму згущення виконується наступна послідовність дій.

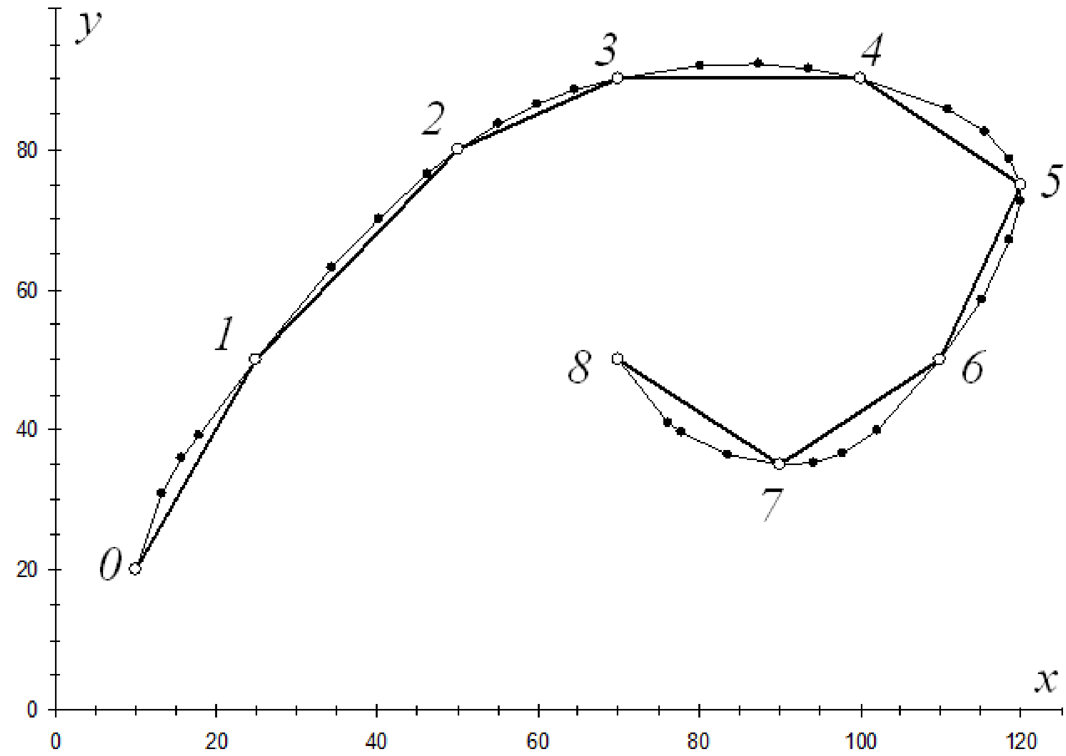

Рис. 2. Тестовий приклад (додаткова умова (3)).

Використовуючи методику, розглянутої у роботі [7,8], та додаткову умову (4) отримаємо різницеву схему другого порядку:

$$\begin{aligned} &(1-\mu_{i-1})\gamma^1_{i-0.5} + \gamma^1_i + \mu_i\gamma^1_{i+0.5} = \gamma^0_i; && i=\overline{1;n-1};\\ &\gamma^1_i + 2\gamma^1_{i+0.5} + \gamma^1_{i+1} = \gamma^0_i+\gamma^0_{i+1}, && i=\overline{1;n-1}. \end{aligned} \qquad (25)$$

Для розв’язання різницевої схеми (25) застосуємо запропоновану проф. Найдишем В.М. наступну методику:

1. Отримуються залежності невідомих $\gamma^1_{i+0.5}$ і γ^1_i, $i=\overline{1;n-1}$, від $\gamma^1_{0.5}$ і $\gamma^1_{n-0.5}$, вибраних у якості управляючих параметрів
2. Накладаються на отримані у п.1 залежності невідомих $\gamma^1_{i+0.5}$ і γ^1_i, $i=\overline{1;n-1}$, умови опуклості для ДПК або її ділянок ((23)–(24)).

Існує область розв’язку у просторі вихідних умов, що відповідає зазначеним умовам. У даному випадку цей простір – двовимірна площина, а область розв’язку – багатокутник, що відокремлений прямими, які виражають обмеження (23)–(24) та позитивними напрямками зазначених осей $\gamma^1_{0.5}$ і $\gamma^1_{n-0.5}$ (оскільки розв’язок знаходиться в системі координат $0,\ \gamma^1_{0.5}, \gamma^1_{n-0.5}$).

3. З області багатокутника розв’язку вибираються значення управляючих параметрів $\gamma^1_{0.5}$ і $\gamma^1_{n-0.5}$ (в середині області).
4. Отримані значення $\gamma^1_{0.5}$ і $\gamma^1_{n-0.5}$ підставляються у залежності $\gamma^1_{0.5}$ і

$\gamma^{1}_{n-0.5}$, що були отримані в п.1 та розраховуються решта значень $\gamma^{1}_{i-0.5}$ і γ^{1}_{i}, $i=\overline{1;n}$.

У даній схемі значення кутів суміжності визначаються шляхом розв'язування різницевих схем другого порядку, що дозволяє збільшити варіативність рішення (збільшується кількість керуючих параметрів до трьох), формуючи при цьому глобальне узгоджене згущення всій ДПК.

Тестовий приклад (4 кроки згущення), а також багатокутник вибору управляючих параметрів для першого кроку згущення, з використанням даної додаткової умови, наведено на рис. 3.

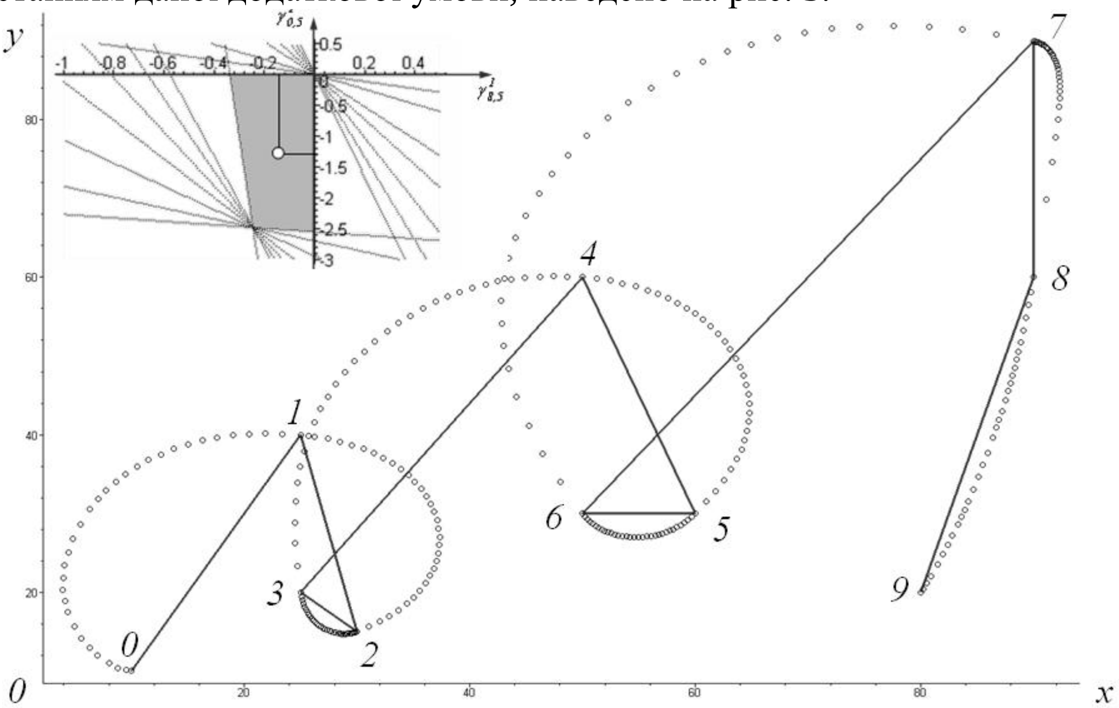

Рис. 3. Тестовий приклад (додаткова умова (4)).

Використання різноманітних додаткових умов відповідно до запропонованої варіативної схеми згущення у порівнянні з існуючими способами дозволяє:

– здійснити глобальне управління формою згущеної кривої за рахунок широкої варіації вибору значень управляючих параметрів з області багатокутника розв’язків, формуючи таким чином глобальне узгоджене згущення всієї ДПК;

– здійснити локальну корекцію будь-якої окремо взятої ланки вихідної ДПК, за рахунок варіювання у межах діапазону припустимих значень введеного у роботі безрозмірного коефіцієнту співвідношення кутових параметрів, що дозволяє удосконалити форму згущеної ДПК та уникнути осциляції у точках згущення;

– збільшити вплив вихідної інформації на процес згущення, за рахунок збільшення кількості управляючих параметрів;

– задовольняти додатковим умовам на співвідношення кутів суміжності у запропонованій варіативній схемі з метою отримання нових можливостей у моделюванні та управлінні формою модельованої кривої;
– значно спростити розрахунковий процес та знизити втрати часу на отримання результату.

Слід відмітити, що в цілях розширення можливостей розробленого методу у межах одного алгоритму були вирішенні задачі моделювання ДПК з особливостями (перехідні ділянки, ДПК з прямолінійними ділянками, особливі точки, неоднозначні ДПК) [9-11], а також розроблено спосіб варіативного дискретного моделювання просторової ДПК на основі кутових параметрів [12].

Висновки. У статті запропоновані різноманітні варіанти накладання додаткових умов на співвідношення між кутами суміжності стосовно нової варіативної схеми згущення. Використання цих різноманітних умов дозволяє підвищити ступінь варіативності отриманого розв'язку, дає можливість у межах одного алгоритму розв'язувати задачі моделювання ДПК з особливостями (перехідні ділянки, ДПК з прямолінійними ділянками, особливі точки, неоднозначні ДПК), а також усуває недоліки існуючих методів. Все це значно розширює можливості застосування методу на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів для дискретного геометричного моделювання кривих ліній довільної конфігурації. Отримані результати доцільно використовувати при побудові геометричних моделей явищ і процесів з наперед заданими диференційно-геометричними характеристиками. Подальший розвиток запропонованих досліджень доцільно проводити у наступних напрямках: збільшення числа додаткових умов; збільшення числа управляючих параметрів з метою задоволення додатковим вимогам моделювання; застосування методу для згущення дискретно представлених поверхонь; розв'язку інших прикладних задач геометричного моделювання, обумовлених потребами виробництва.

Література

1. *Верещага В.М.* Дискретное моделирование замкнутых кривых / *В.М.Верещага, В.М. Щербина* // Мелит. ин-т механиз. с. хоз-ва. – Мелитополь, 1994. Деп. в ГНТБ Украины 20.04.94 г., №803-Ук 94.
2. *Щербина В.М.* Геометрическое моделирование спиралеобразных дискретно представленных кривых линий: дисс. … к-та. техн. наук: 05.01.01 / *В.М. Щербина*. – Мелитополь, ТГАТА, 2003, – 192с.
3. *Лебедєв В.О.* Дискретна інтерполяція дискретно представлених кривих ліній на основі кутів згущення: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / *В.О. Лебедев*. – Мелітополь, ТДАТА. 2004. –22с.

4. *Спиринцев В.В.* Дискретная интерполяция дискретно представленных кривых линий на основе заданного закона изменения угловых параметров: дисс. … к-та. техн. наук: 05.01.01 / *В.В. Спиринцев.* – Мелитополь, ТГАТА, 2006, – 163с.

5. *Найдиш В.М.* Використання кутових параметрів при згущенні дискретно представлених кривих / *В.М. Найдиш, А.В. Найдиш, В.О. Лебедєв* // Матеріали міжнародної наук. - практ. конф. "Сучасні проблеми геометричного моделювання». – Львів, 2003. – С. 23–25.

6. *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.

7. *Спиринцев Д.В.* Дискретная интерполяция на основе вариативного формирования разностных схем угловых параметров: дисс. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / *Д.В. Спиринцев*. – Мелітополь, ТГАТУ, 2010. – 214 с.

8. *Найдиш В.М.* Варіативна схема згущення ДПК на основі кутових параметрів з використанням додаткових умов / *В.М. Найдиш, Д.В. Спірінцев* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Випуск 35 «Прикладна геометрія та інженерна графіка».– Мелітополь: ТДАТА, 2007.– С.3-9.

9. *Найдиш А.В.* Дискретна інтерполяція перехідних ділянок ДПК на основі розв'язання різницевих схем / *А.В. Найдиш, Д.В. Спірінцев* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Випуск 37 «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТДАТА, 2008. – С.3-8.

10. *Спірінцев Д.В.* Згущення прямолінійних ділянок ДПК на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів / *Д.В. Спірінцев* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск 39 «Прикладна геометрія та інженерна графіка».– Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С.155-161.

11. *Найдиш А.В.* Дискретна інтерполяція ДПК в околі особливих точок на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів / *А.В. Найдиш, В.М. Малкіна, Д.В. Спірінцев* // Вісник Херсонського національного технічного університету. Випуск 2(31).– Херсон: ХНТУ, 2008. – С.339–345.

12. *Найдиш А.В.* Згущення просторових ДПК на основі їх параметричного подання / *А.В. Найдиш, Д.В. Спірінцев* // Праці Харківського державного університету харчування та торгівлі. Випуск 23 «Геометричне та комп'ютерне моделювання». – Харків, 2009. – С.66-71.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕТОДЕ НА ОСНОВЕ ВАРИАТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОСТНЫХ СХЕМ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ

Найдиш А.В., Спиринцев Д.В.

Аннотация **– предлагается использование разнообразных дополнительных условий моделирования применительно к новой вариативной схеме сгущения дискретно представленных кривых на основе угловых параметров, а так же рассматриваются модификации основного алгоритма метода сгущения с использованием этих условий.**

USE OF ADDITIONAL TERMS MODELING IN THE METHOD BASED ON VARIATIVE FORMATIONS DIFFERENCE SCHEMES OF ANGULAR PARAMETRES

A. Naydysh, D. Spirintsev

Summary

The proposed use of a variety of additional conditions in relation to the new modeling scheme variative accumulation of discrete representation of curves on the basis of the angular parameters, as well as a modification of the basic algorithm of the method of condensation with the use of these terms.

УДК 514.18

МОДЕЛЮВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ ДИНАМІЧНОЇ ПОВЕРХНІ НА ОСНОВІ ДИСКРЕТНОГО ЛІНІЙЧАТОГО КАРКАСА

Малкіна В.М., д.т.н.,
Гавриленко Е.А., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет
Тел.: (0619) 42-68-62

***Анотація* – в статті запропоновано спосіб моделювання динамічної поверхні на основі дискретного лінійчатого каркаса сформованого на основі просторової осьової лінії.**

***Ключові слова* – внутрішня динамічна поверхня, поперечний перетин, просторова крива лінія, головна нормаль.**

Постанова проблеми. Поверхні, які обмежують складні технічні вироби формуються, як правило, на основі дискретних лінійчатих каркасів. Функціональні якості поверхонь, забезпечуються властивостями елементів каркаса і їхнім взаємним розташуванням.

При моделюванні внутрішніх динамічних поверхонь – поверхонь, що направляють середовище, основними елементами каркаса є осьова лінія і сімейство поперечних перетинів [1, 3].

Необхідною умовою забезпечення динамічних якостей поверхні, що формується, є вдале розташування поперечних перетинів щодо осьової лінії.

Використання сучасних CAD пакетів (Компас, SolidWorks, AutoCAD) дозволяє формувати геометричні образи по заздалегідь заданих умовах на якісно більш високому рівні. Однак для створення програмного забезпечення, яке дозволяє ефективно розв'язувати прикладні задачі, таки як моделювання внутрішніх динамічних поверхонь, необхідна розробка спеціальних методик, що дозволяють вирішувати специфічні завдання, за допомогою стандартних функцій CAD-пакета.

Аналіз останніх досліджень. В [1, 3] викладені вимоги які висуваються до властивостей і взаємного розташування елементів каркаса динамічних поверхонь. Осьовою лінією повинна бути гладка крива лінія, значення кривини уздовж якої змінюється закономірно. Поперечні елементи каркаса розташовуються в площинах нормальних до осьової лінії. Форма і площа поперечних перетинів повинна закономірно змінюватися від вхідного перетину до вихідного.

Методика формування поперечних перетинів каркаса в системі геометричного моделювання SolidWorks запропонована в [4]. Виходячи з форми та площі вхідного й вихідного перетинів, графіка зміни площ перетинів уздовж поверхні, в автоматизованому режимі формується довільна кількість поперечних елементів каркаса.

Методика формування поверхні в системі SolidWorks по каркасу сформованому на основі плоскої осьової лінії запропонована в [5]. На осьовій лінії формується точковий ряд, що розбиває її на ділянки, відповідно до графіка зміни площ поперечних перетинів. Формується сімейство площин, нормальних до осьової лінії, які проходять через отримані точки. Поперечні перетини, сформовані за методикою запропонованої в [4] копіюються у відповідні площини. На основі отриманого каркаса, з використанням стандартних функцій SolidWorks, формується поверхня. Запропонована в [5] методика не розрахована на моделювання поверхні, осьовою лінією якої є просторова крива лінія.

Формулювання цілей статті. Метою статті є розробка методики побудови каркасу внутрішньої динамічної поверхні у випадку просторової осьової лінії.

Основна частина. Внутрішню динамічну поверхню пропонується формувати на основі дискретного лінійчатого каркасса з використанням системи геометричного моделювання SolidWorks.

Розглянемо випадок, коли осьова лінія поверхні – просторова крива. Поперечні перетини каркаса розташовані в площинах, нормальних до осьової лінії. Форма поперечних перетинів закономірно змінюється від прямокутника з округленими кутами до кола, відповідно до прямолінійного графіка зміни площ перетинів уздовж поверхні. Центри ваги поперечних елементів каркаса розташовуються на осьовій лінії.

Необхідно визначити положення поперечних елементів каркаса, яке, при виконанні вищевикладених вимог, забезпечить найкращі динамічні якості поверхні.

Динамічні якості побудованої поверхні можна оцінити на основі аналізу зміни значень кривини і скруту уздовж ліній, розташованих на поверхні. Значення кривини повинне змінюватись закономірно, а скрут повинен бути одного знаку [3].

Для досягнення зазначених якостей пропонується орієнтувати поперечні елементи каркаса виходячи з положення основного тригранника у відповідних точках осьової лінії [1, 3].