

УДК 514.18

**ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧНОГО  
МОДЕЛЮВАННЯ ФОРМОЮ ЗГУЩЕНОЇ КРИВОЇ МЕТОДОМ  
ВАРІАТИВНОГО ФОРМУВАННЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ  
КУТОВИХ ПАРАМЕТРІВ**

Строкань В.А.,

Найдиш А.В., д.т.н.,

Спірінцев Д.В., к.т.н.,

Пихтеева І.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет, Україна*

Тел.: (0619) 42-20-32

**Анотація** – в роботі пропонується розроблене програмне забезпечення для автоматизації процесу управління формою згущеної кривої при використанні методу згущення на основі варіативного формування різницевих схем кутових.

**Ключові слова** – дискретно представлена крива, згущення, варіативне дискретне геометричне моделювання, програмне забезпечення, управляючий коефіцієнт.

*Постановка проблеми.* Важливим напрямком науково-технічного розвитку країни є розробка нових технологій, що сприяють підвищенню конкурентоспроможності промислового та сільськогосподарського виробництва. За допомогою геометричного моделювання можливе вирішення багатьох науково-виробничих завдань, наприклад, проектування функціональних поверхонь, до аеродинамічних якостей яких пред'являються підвищені вимоги (корпус автомобіля, лопасті турбіни, каналові поверхні двигунів внутрішнього згоряння). Тому розробка методів геометричного моделювання, що володіють швидкістю, простотою, високою точністю, відсутністю осциляцій, здатних забезпечити контроль значень і динаміки зміни диференціально-геометричних характеристик уздовж кривих і поверхонь, є актуальною задачею. Тому і розробка програмних модулів, що дозволяють автоматизувати процес геометричного моделювання форми згущеної кривої с заданою точністю є також актуальною задачею.

*Аналіз останніх досліджень.* У публікаціях [1,2] було запропоновано здійснювати процес згущення ДПК довільної форми використовуючи метод на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів. Проведені дослідження показали

ефективність запропонованого методу, тому алгоритм даного методу взято за основу при розробці програмного модулю для інтерактивного комп'ютерного моделювання форми дискретно представленної кривої.

*Формулювання цілей статті.* Метою статті є розробка програмного модулю для управління формою згущеної неосцилюючої дискретно представленної кривої при використанні методу на основі варіативного формування різницевої схем кутових параметрів.

*Основна частина.* В дослідженнях [1-2] було запропонована варіативна схема згущення на основі кутових параметрів

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

де  $\gamma_i^0, \gamma_i^1$  – кути суміжності між ланками супровідної ламаної лінії (СЛЛ) до і після першого кроку згущення (індекс угорі) в і-му вузлі ДПК;

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

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

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

Управління формою довільних ДПК можна здійснювати у результаті накладання додаткових умов на співвідношення між кутами суміжності та їх широкою варіації у системі рівнянь варіативної схеми згущення (1).

У роботі [3] було розглянуто додаткову умову (3) – кут суміжності у середній точці згущення ( $\gamma_{i+0.5}^1$ ) складає деяку фіксовану частку від суми суміжних з нею кутів згущення у вузлових точках ( $\gamma_i^1$  та  $\gamma_{i+1}^1$ ).

$$\gamma_{i+0.5}^1 = k(\gamma_i^1 + \gamma_{i+1}^1), \quad i = \overline{1; n-1}, \quad (3)$$

де  $k$  – деяке фіксоване число (управляючий коефіцієнт).

Використання додаткової умови (3) у сукупності з варіативною схемою (1) призводить до формування різницевої схеми другого порядку, яку в загальному вигляді можна записати наступним чином:

$$\begin{aligned} (1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + \gamma_i^1 + \eta_i\gamma_{i+0.5}^1 &= \gamma_i^0, & i = \overline{1; n-1}; \\ (1 - \eta_{i-1})\gamma_{i-0.5}^1 + (1 + \frac{1}{k})\gamma_{i+0.5}^1 + \eta_{i+1}\gamma_{i+1.5}^1 &= \gamma_i^0 + \gamma_{i+1}^0, & i = \overline{1; n-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Для розв'язання різницевої схеми (4) застосовується запропонований у роботі [2] алгоритм.

Для автоматизації процесу управління формою згущеної кривої було створено програмне забезпечення на мові програмування Visual C#. Графічний інтерфейс роботи програми представлено на рис. 1.

Основними елементами графічного інтерфейсу є:

- кнопка «Створити\Редагувати ДПК», за допомогою якої з'являється можливість вводу та редагування вихідних даних;
- кнопка «Імпорт ДПК», за допомогою якої існує можливість

- імпорту вихідної ДПК (точкового ряду) з файлу формату Autodesk AutoCAD (\*.dxf);
- кнопка «СЛЛ ДПК», за допомогою якої будується супровідна ломана лінія дискретно представленої кривої;
  - кнопка «Очистити», яка видаляє значення ДПК з робочого листа;
  - кнопка «Експорт ДПК», яка дозволяє зберегти значення введеної ДПК у форматі «\*.dxf»;
  - кнопка «Згущення» починає процес згущення.

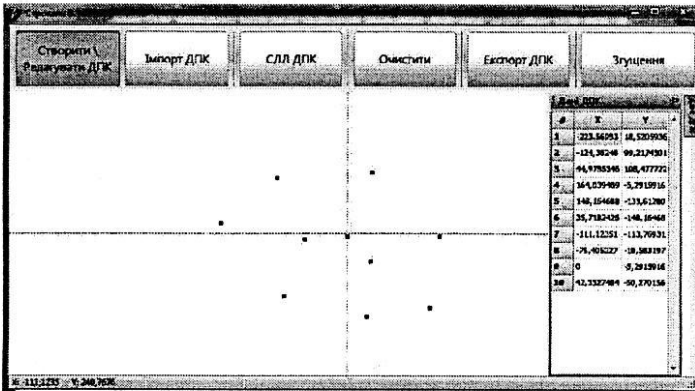


Рис. 1. Графічний інтерфейс програмного модулю.

Для виконання згущення необхідно натиснути кнопку «Згущення», після чого, у новому вікні, з'являється багатокутник вибору керуючих параметрів, в якому необхідно вибрати значення керуючих параметрів та занести їх у відповідні поля. При виборі управляючих параметрів бажано їх значення обирати із центру багатокутника рішень [4].

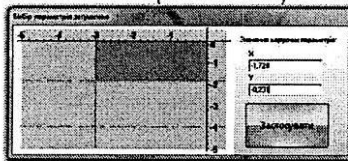


Рис. 2. Завдання значень керуючих параметрів.

Після натискання на кнопку «Застосувати» (рис.2) користувачу буде представлена згущена дискретно представлена крива. При повторному натисканні кнопки «Згущення» (рис.1) виконується наступний крок згущення.

Критерієм закінчення процесу згущення є досягнення умови:

$$\max_{i=1 \dots n-1} |y_{i+0.5}| \leq \varepsilon, \quad (5)$$

де  $\varepsilon \geq 0$  - як завгодно мале наперед задане число.

При створенні представленої програмної реалізації значення  $\varepsilon$  приймалось рівним 0.1 рад (планується в подальших дослідженнях вводити за допомогою додаткового діалогового вікна довільне значення  $\varepsilon$ ). При виконанні умови (5) роботу програми буде зупинено та користувачу буде представлено згущену, з необхідною точністю, ДПК (рис. 4).

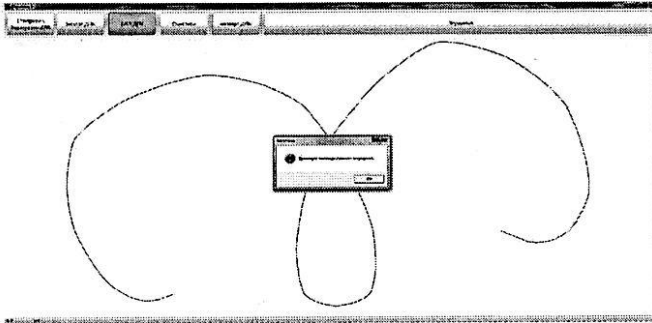


Рис. 3. Згущена ДПК ( $\varepsilon = 0.1$ ,  $k = 0,25$ ).

На рис.3 наведено результат трьох кроків згущення Заданої ДПК при значенні управляючого параметра  $k = 0,25$ . Варіювання коефіцієнтом  $k$  (введення якого в подальших дослідженнях планується за допомогою додаткового діалогового вікна) дозволяє формувати безліч різницевих схем другого порядку, що дає нам можливість розширити можливість геометричного моделювання формою згущеної кривої. Оскільки при використанні додаткової умови (3) кожен з кутів визначається у результаті вирішення різницевої схеми (4), то аналітичне визначення діапазону значень даного коефіцієнту досить складне і потребує додаткових досліджень.

**Висновки.** В роботі запропоновано програмне забезпечення для автоматизації згущення методом дискретної інтерполяції на основі варіативного формування різницевих схем кутових параметрів. Розроблений програмний модуль дозволяє здійснювати процес згущення ДПК методом варіативного формування різницевих схем кутових параметрів, збільшити швидкість розрахунків (майже все робиться миттєво, в порівнянні з пакетом Maple). Подальші дослідження у цьому напрямку будуть спрямовані на визначення оптимального значення коефіцієнта  $k$  у залежності від декількох додаткових умов моделювання одночасно.

## Література

1. *Найдиш В.М.* Вариативна схема згущення ДПК на основі кутових параметрів з використанням додаткових умов./ *В.М. Найдиш, Д.В. Спиринцев* // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Випуск 35 «Прикладна геометрія та інженерна графіка». – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С. 3-9.
2. *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. – 214с.
3. *Найдиш А.В.* Формування різницевих схем згущення на основі кутових параметрів за допомогою керуючого коефіцієнту./ *А.В. Найдиш, Д.В. Спиринцев* // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.: КНУБА, 2012. – Вип.89 – С. 261-264.
4. *Найдиш А.В.* Управління формою дискретно представлені кривої при накладанні декількох умов моделювання./ *А.В. Найдиш, Д.В. Спиринцев, В.А. Строкань* // Міжвідомчий науково-технічний збірник “Прикладна геометрія та інженерна графіка”. – К.: КНУБА, 2012. – Вип.90 – С.206-209.

**ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМЫ СГУЩЕННОЙ КРИВОЙ В  
МЕТОДЕ ВАРИАТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОСТНЫХ  
СХЕМ УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ**

В.А. Строкань, А.В. Найдиш, Д.В. Спиринцев, И.В. Пыхтеева

*Аннотация* - в работе предлагается разработанное программное обеспечение для автоматизации процесса управления формой сгущенной кривой при использовании метода вариативного формирования разностных схем угловых параметров.

**SOFTWARE FOR THE FORM OF CONDENSED  
GEOMETRIC MODELING CURVE IN THE METHOD OF  
FORMING THE DIFFERENCE BASED ON VARIANT AN  
ANGULAR SETTINGS TO DISCRETE CURVATURES CURVE**

V. Strokan, A. Naydysh, D. Spirintsev, I. Pyhteewa

*Summary*

We propose software designed to automate the process of controlling the shape of the curve thickened by using the method of forming the difference schemes of variable angular parameters.