УДК 514.18
DOI: 10.32347/0131-579x.2023.105.41-52
д. т. н., професор **Верещага В.М.,**
vervik1949@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0038-8300
к. п. н., доцент **Муртазієв Е.Г.,**
ernest_gaf@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2154-5523
PhD, **Лисенко К.Ю.,**
lyksyushka24@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3047-6352

Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
Мелітопольська школа прикладної геометрії
імені Володимира Найдиша

АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧКИ ВІДЛІКУ ТА ЦЕНТРУ ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ ПРОЄКЦІЙ КОМПОЗИЦІЙНОЇ ПОХІДНОЇ

Пояснюється проблема, яка розв'язується у цій статті, що полягає у встановленні кореляції між композиційною похідною дискретної кривої та похідною неперервної кривої знайденої інтерполяції базисних точок цієї ж дискретної кривої. У відповідності до визначної проблеми, розроблено алгоритм кореляції між оцифрованою графічною похідною та значеннями традиційної похідної через визначення точки відліку та центру проєктування, які, у подальшому, використовуються для утворення смуги дифпроєкцій. Здійснено аналіз останніх досліджень щодо означеної теми статті. Надається означення композиційної похідної та пояснюється, яким чином вона утворюється. Вказується на те, що степінь точкового поліному та його похідної є однаковими та надається пояснення щодо цього. Розроблено алгоритм знаходження точки відліку та центру проєктування, при цьому, кожний із його пунктів супроводжується відповідним кроком тестового прикладу. У відповідності до обчислень тестового прикладу надано візуалізацію визначення точки відліку та побудову центру проєктування.

Ключові слова: композиційна похідна; точковий поліном; дифпроєкції; точка відліку дифпроєкцій; центр проєктування дифпроєкцій; диференціальні проєкції.

Постановка проблеми. Як відомо, геометричним сенсом похідної є дотична до кривої у певній її точці, що є графіком якоїсь функції. Положення будь-якої похідної визначається кутом її нахилу до осі, за напрямом якої змінюється аргумент. На застосуванні цього факту, в тій чи іншій інтерпретації, утворюються усі існуючі графічні методи диференціювання плоских кривих ліній. Однак, маючи лише кути нахилу дотичних у низці точок вихідної кривої, можна побудувати безліч графіків зміни цих кутів, що відповідатимуть графікам похідних цієї кривої. Всі ці графіки будуть конгруентними поміж собою та однаково відображатимуть характер зміни миттєвої швидкості поточної точки на вихідній кривій лінії. Однак, лише один графік із цієї множини, за своїми значеннями, відповідатиме значенням першої похідної у точках кривої, через які проводились дотичні на вихідній кривій лінії.

Для того, щоб знайти саме цей графік, який відповідає значенням першої похідної для вихідної кривої, треба визначити на ньому точку відліку для диференціальних проєкцій (дифпроєкцій). Ця точка відліку корелюватиме значення побудованого графіку першої похідної зі значеннями першої похідної, здобутої традиційними методами диференціювання, відомими із математичного аналізу.

Отже, для графічного диференціювання наявність лише кутів нахилу дотичних до кривої, у визначених її точках, є необхідною але не достатньою умовою. Графік зміни кутів нахилів дотичних разом з точкою відліку і надаватимуть графік першої похідної, знайденої графічним диференціюванням.

Крім того, знаходження точки відліку для побудови смуги дифпроєкцій однозначно визначає центр проєктування (проєкціювання), з якого здійснюється графічне диференціювання вихідної плоскої дискретної кривої ліній. Отже, розв’язання задачі знаходження точки відліку для побудови смуги дифпроєкцій і на її основі композиційної похідної є певною проблемою композиційного диференціювання, яка розглядатиметься у цій статті.

Формулювання цілей статті. Розробити алгоритм кореляції між графічною похідною та значеннями традиційної похідної, шляхом визначення точки відліку та центру проєктування, з метою подальшого утворення, з його використанням, смуги дифпроєкцій для дискретної плоскої кривої лінії.

Аналіз останніх досліджень. Розробляється композиційне геометричне моделювання в Мелітопольській школі прикладної геометрії мені Володимира Найдиша. Її засновником є професор Верещага В.М. [1]. На постановчому рівні композиційне геометричне моделювання дістало свій розвиток у роботах Євгена Адоньєва [2] та Ксенії Лисенко [3], а також опубліковано у роботах [4, 5, 6]. Під постановчим рівнем усвідомлюватимемо розв’язання задач без узагальнення на *n* базисних точок вихідного дискретного геометричного об’єкту.

Подальший розвиток композиційне геометричне моделювання дістало у роботах [7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. У роботах [8, 9, 11, 14] обґрунтовується необхідність розробки методів композиційного диференціювання дискретних плоских кривих. При цьому, у процесі подальших досліджень виявилася проблема стосовно кореляції композиційної похідної зі значенням традиційної похідної.

Основна частина. Композиційною похідною точкового поліному $M_{n-1} = \sum_{i=1}^{n} A_i \cdot p_i(t)$ за параметром t називатимемо границею відношення приросту цього точкового поліному до приросту параметру Δt його характеристичних функцій за умови, що приріст параметру Δt прямує до нуля.

Для утворення композиційної похідної дискретної плоскої кривої оцифрованим графічним способом, з використанням смуги дифпроєкцій, визначаються похідні у всіх базисних точках вихідної дискретної кривої. Потім, для здобутих похідних утворюється точковий поліном з використанням функціонального базису точкового поліному створеного на самій вихідній дискретній кривій. Застосування функціонального базису кривої для створення точкового рівняння похідної вносить певну похибку обчислення її значень але, при цьому, позбавляє необхідності встановлення параметричного зв'язку між точковими поліномами кривої та її похідної, що значно знижує ресурсовитратність композиційної моделі. Зважаючи на встановлене, точковий поліном вихідної дискретної кривої та її композиційна похідна мають однаковий степінь і навпаки, традиційна похідна композиційної кривої має степінь на одиницю менше. Тут під «традиційною» похідною треба розуміти похідну, що утворюється методами математичного аналізу.

Для відшукування точки відліку для дифпроєкцій, скористаємося традиційною похідною композиційної кривої, тобто – точкового поліному.

1. Нехай плоска дискретна крива визначається n точками. Для прикладу візьмемо $n = 5$, координати яких наведено у табл. 1.

Вихідні базисні точки

Таблиця 1

A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
x_i	1	4	10	14	18
y_i	2	8	9	– 1	– 8

2. Точковий поліном, що глобально інтерполює ці п'ять точок виглядатиме:

$$M_4 = \sum_{i=1}^{n=5} A_i \cdot p_i(t),\ t_1 \le t \le t_5,\ \text{де}\ p_{(i)}(t) = \frac{\prod\limits_{\substack{i=1 \\ i \ne (i)}}^{n=5} (t_i - t)}{\prod\limits_{\substack{i=1 \\ i \ne (i)}}^{n=5} \left(t_i - t_{(i)}\right)}.$$

Тут запис $i \ne (i)$ означає, що і у чисельнику, і у знаменнику не використовуються зменшувані t_i, у яких номер індексу i збігається з номером індексу (i), яким позначено характеристичну функцію $p_{(i)}(t)$.

3. Для визначення параметрів t_i із п. 2 обчислимо, з використанням метричного оператора трьох точок $\Sigma_{A_i A_i}^{A_{i-1}}$, $i=\overline{1{,}5}$ довжини кожної з ланок супровідної ламаної лінії (СЛЛ) $l_{i,i-1}$; $i=\overline{2,n=5}$:

$$l_{i,i-1} = \sqrt{\Sigma_{A_i A_i}^{A_{i-1}}} = \sqrt{\Sigma\left(A_i - A_{i-1}\right)^2} = \sqrt{\left(x_{A_i} - x_{A_{i-1}}\right)^2 + \left(y_{A_i} - y_{A_{i-1}}\right)^2 + \left(z_{A_i} - z_{A_{i-1}}\right)^2}$$

Крім того, обираємо одиницю відносного вимірювання L_e.

4. Для даних табл. 1 обчислюємо значення параметрів t_i, $i=\overline{1,n}$ в усіх базисних точках A_i, при цьому, враховуємо, що параметр t_1 завжди дорівнює нулю $t_1 = 0$:

$$t_{(i)} = \frac{\sum\limits_{i=2}^{\tau} l_{i,i-1}}{L_e}, \ i=\overline{2,\tau}; \ \tau=\overline{2,(i)}.$$

Результати обчислень t_i надамо у табл. 2:

Значення параметрів t_i

Таблиця 2

A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
t_i	0	0,52444855922	1	1,84202625701	2,47233498088

5. Використовуючи результати обчислень табл. 2, які підставимо у запис точкового поліному із пункту 2 цього алгоритму, дістанемо вираз точкового поліному, що композиційно інтерполює п'ять базисних точок дискретної кривої із табл. 1:

$$M_4 = y_1 \frac{t^4 - t^3 \cdot 5{,}83880979711 + t^2 \cdot 11{,}6555762831 - t \cdot 9{,}20516079054 + 2{,}38839430447}{2{,}38839430447} -$$

$$- y_2 \frac{t^4 - t^3 \cdot 5{,}314361239 89 + t^2 \cdot 8{,}86846718879 - t \cdot 4{,}5541059509}{0{,}64008885246} +$$

$$+ y_3 \frac{t^4 - t^3 \cdot 4{,}83880979711 + t^2 \cdot 6{,}81676648606 - t \cdot 2{,}38839430447}{0{,}58956238448} -$$

$$- y_4 \frac{t^4 - t^3 \cdot 3{,}9967835401 + t^2 \cdot 4{,}29339605873 - t \cdot 1{,}29661251863}{1{,}28810422298} +$$

$$+ y_5 \frac{t^4 - t^3 \cdot 3{,}36647481623 + t^2 \cdot 3{,}33252283276 - t \cdot 0{,}96604801653}{4{,}46921134473}.$$

6. Рівняння традиційної першої похідної M_4', тобто таке, що здобуте з використанням чинних методів математичного аналізу, для точкового поліному M_4, із попереднього пункту 5, виглядатиме:

$$M'_4 = y_1 \frac{4t^3 - 3t^2 \cdot 5{,}83880979711 + 2t \cdot 11{,}6555762831 - 9{,}20516079054}{2{,}38839430447} -$$

$$- y_2 \frac{4t^3 - 3t^2 \cdot 5{,}31436123989 + 2t \cdot 8{,}86846718879 - 4{,}5541059509}{0{,}64008885246} +$$

$$+ y_3 \frac{4t^3 - 3t^2 \cdot 4{,}83880979711 + 2t \cdot 6{,}81676648606 - 2{,}38839430447}{0{,}58956238448} -$$

$$- y_4 \frac{4t^3 - 3t^2 \cdot 3{,}9967835401 + 2t \cdot 4{,}29339605873 - 1{,}29661251863}{1{,}28810422298} +$$

$$+ y_5 \frac{4t^3 - 3t^2 \cdot 3{,}36647481623 + 2t \cdot 3{,}33252283276 - 0{,}96604801653}{4{,}46921134473}.$$

7. За виразом першої похідної із попереднього пункту 6, обчислюємо її значення у базисній точці A_1, тобто $t_1 = 0$

$$M'_4(t_1) = 13{,}4726482307 \approx 13{,}47.$$

Тут застосовано параметр $t_1 = 0$ через те, що з його використанням ресурсовитратність обчислень є найменшою.

У пунктах 5, 6, 7 застосовується велика кількість знаків після крапки через те, що точкові поліноми високих степенів є надто чутливими до появи неконтрольованих точок перегину. Висока розрядність чисел у дробовій частині зменшує імовірність їхньої появи. Такий висновок зроблено нами виходячи з багаторічної роботи з різними поліномами.

8. Обираємо вершини симплексу *CAB*, у якому параметризуватимемо усі точки на кресленику, що підлягає оцифровуванню з метою утворення композиційної похідної: $C(0,0)$; $A(10,0)$; $B(0,2)$, тут у дужках, відповідно, координати *x* та *y*, рис. 1.

9. Довільно на осі *Ox* обираємо прикидний центр проєктування $\overline{S}$ для утворення прикидних дифпроєкцій $\overline{D}_{R1}$ та $\overline{D}_{L2}$, відповідно, для точок A_1 та A_2, рис. 1.

10. Для відтинку (A_1A_2) супровідної ламаної лінії (рис. 1) знаходимо координати $\overline{x}_{K_1}$ та $\overline{y}_{K_1}$ прикидної точки $\overline{K}_1$ (рис. 1):

$$\overline{x}_{K_1} = x_{\overline{S}} + x_2 - x_1 = -4 + 4 - 1 = -1,$$

$$\overline{y}_{K_1} = y_{\overline{S}} + y_2 - y_1 = 0 + 8 - 2 = 6.$$

Аналогічно $\overline{x}_{K_2} = x_{\overline{S}} + x_3 - x_2 = 2$, $\overline{y}_{K_2} = y_{\overline{S}} + y_3 - y_2 = 1$.

Зауважимо, чотирикутники $A_1A_2\overline{K}_1\overline{S}$ та $\overline{S}\overline{K}_2A_3A_2$ є паралелограмами.

11. Для прикидних точок $\overline{K}_1(\overline{x}_{K_1}, \overline{y}_{K_1})$ та $\overline{K}_2(\overline{x}_{K_2}, \overline{y}_{K_2})$ обчислимо у симплексі *CAB* (рис. 1) прикидні параметри $\overline{p}_{K_1}$ та $\overline{q}_{K_1}$:

$$\overline{p}_{K_1} = \frac{\overline{x}_{K_1}}{x_A} = \frac{-1}{10} = -0{,}1;\ \overline{q}_{K_1} = \frac{\overline{y}_{K_1}}{y_B} = \frac{6}{2} = 3.$$

Аналогічно $\overline{p}_{K_2} = \dfrac{\overline{x}_{K_2}}{x_A} = 0{,}2$; $\overline{q}_{K_2} = \dfrac{\overline{y}_{K_2}}{y_B} = 0{,}5$.

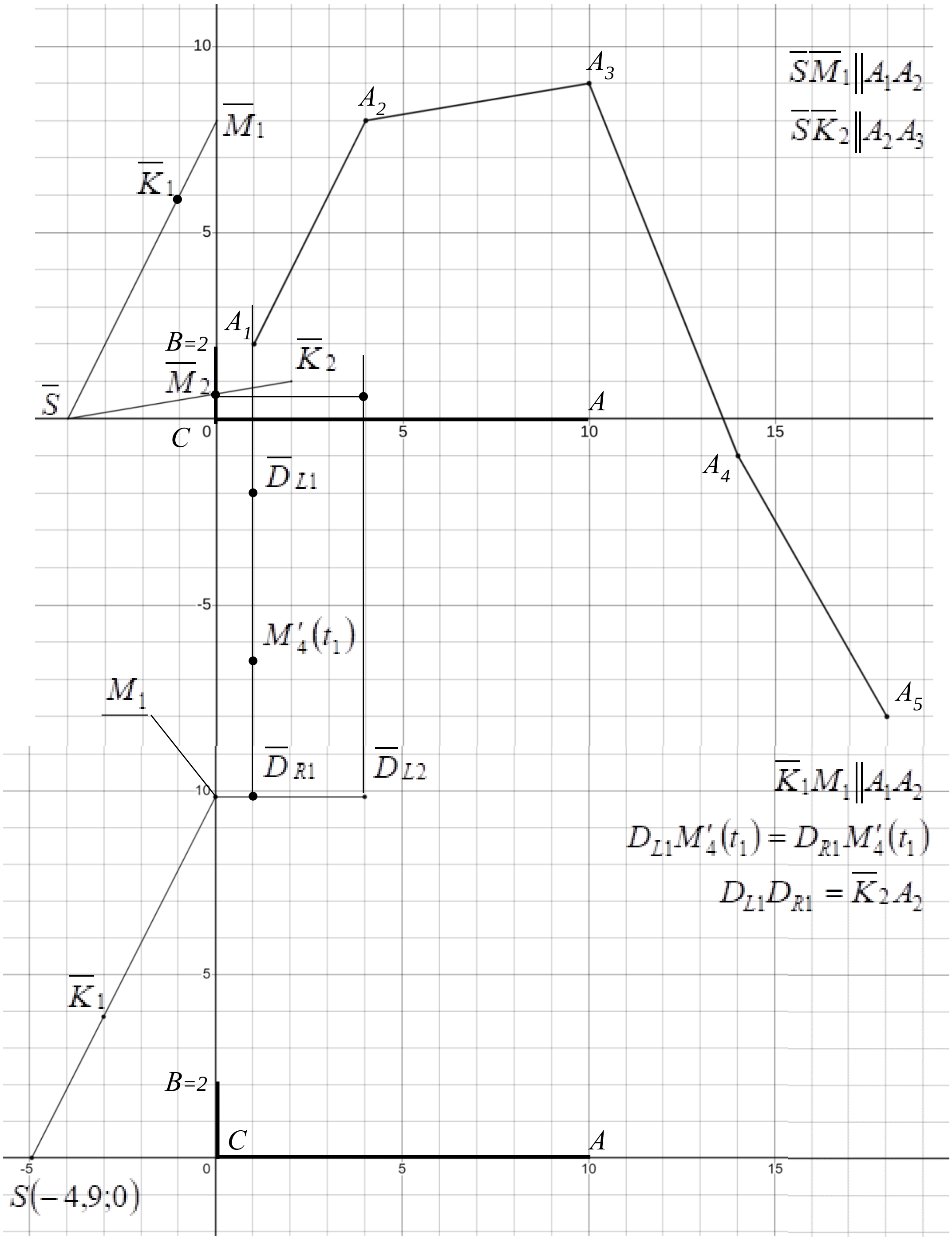

Рис. 1. Побудова точки відліку M_1 і центру проєктування S.

12. Для значення $\overline{x}_{M_1} = 0$ визначимо координату $\overline{y}_{M_1}$ прикидної точки $\overline{M}_1$, яка буде знаходитися на прямій $\overline{S}\overline{K}_1$. Аналогічно, для значення $\overline{x}_{M_1} = 0$

визначимо координату $\overline{y}_{M_2}$ прикидної точки $\overline{M}_2$, яка також буде знаходитися на прямій $\overline{S}\overline{K}_2$.

$$\overline{y}_{M_1} = y_B \frac{\overline{p}_S \cdot \overline{q}_{K_1}}{\overline{p}_S - \overline{p}_{K_1}} = 2\frac{(-0{,}4)\cdot \overline{q}_{K_1}}{(-0{,}4) - \overline{p}_{K_1}} = 8;$$

$$\overline{y}_{M_2} = y_B \frac{\overline{p}_S \cdot \overline{q}_{K_2}}{\overline{p}_S - \overline{p}_{K_2}} = 2\frac{(-0{,}4)\cdot \overline{q}_{K_2}}{(-0{,}4) - \overline{p}_{K_2}} = 0{,}66(6).$$

13. Визначимо абсолютне значення $\Delta = \left|\overline{y}_{M_1} - \overline{y}_{M_2}\right|$

$$\Delta = |8 - 0{,}67| = 7{,}33; \ \frac{\Delta}{2} \approx 3{,}67 .$$

14. Зменшуємо на $\frac{\Delta}{2}$ значення першої традиційної похідної $M'_4(t_1)$ із пункту 7 цього алгоритму, дістанемо координати y_{R1} та y_{L2} для дифпроєкцій, відповідно, $\overline{D}_{R1}(x_1, y_{R1})$ та $\overline{D}_{L2}(x_2, y_{L2})$ (рис. 2):

$$y_{R1} = y_{L2} = M'_4(t_1) - \frac{\Delta}{2} = 13{,}47 - 3{,}67 = 9{,}8 .$$

Аналогічно знайдемо y_{L1} для дифпроєкції $\overline{D}_{L1}$ (рис. 1):

$$y_{L1} = M'_4(t_1) + \frac{\Delta}{2} = 13{,}47 + 3{,}67 = 17{,}14 .$$

15. Шукана точка відліку M_1 знаходиться на осі *Oy*, при цьому $y_{M1} = y_{R1} = y_{L2} = 9{,}8$. Отже, точка відліку $M_1(0;9{,}8)$, яку зображено у нижній системі координат (рис. 1).

16. Обчислимо точку K_1, що є четвертою вершиною паралелограма $A_1A_2M_1K_1$, тобто $M_1K_1 \| A_1A_2$.

$$x_{K_1} = x_{A_1} + x_{M_1} - x_{A_2} = 1 + 0 - 4 = -3$$

$$y_{K_1} = y_{A_1} + y_{M_1} - y_{A_2} = 2 + 9{,}8 - 8 = 3{,}8.$$

Таким чином, дістанемо допоміжну точку $K_1(-3;3{,}8)$.

17. Обчислюємо на осі *Ox* центр проєктування *S* для утворення смуги дифпроєкцій вихідної дискретної кривої (табл. 1). Тобто, точку перетину вісі *Ox* та прямої M_1K_1.

17.1. Точкове рівняння прямої M_1K_1, за допомоги якого визначатимемо точку *S*, виглядатиме наступним чином:

$S = (M_1 - K_1)U + K_1$, де U – поточний параметр уздовж прямої M_1K_1.

17.2. Визначимо точки M_1 та K_1 у симплексі *CAB*

$$M_1 = Ap_{M_1} + Bq_{M_1}; \ K_1 = Ap_{K_1} + Bq_{K_1},$$

де $p_{M_1} = \frac{x_{M_1}}{x_A} = \frac{0}{10} = 0$; $q_{M_1} = \frac{y_{M_1}}{y_B} = \frac{9{,}8}{2} = 4{,}9$;

$p_{K_1} = \frac{x_{K_1}}{x_A} = \frac{-3}{10} = -0{,}3$; $q_{K_1} = \frac{y_{K_1}}{y_B} = \frac{3{,}8}{2} = 1{,}9$.

17.3. Підставимо точки M_1 та K_1 із п. 17.2 у точкове рівняння *S* із п. 17.1, дістанемо:

$$S = \left(Ap_{M_1} + Bq_{M_1} - Ap_{K_1} - Bq_{K_1}\right)U + Ap_{K_1} + Bq_{K_1} =$$
$$A\left[\left(p_{M_1} - p_{K_1}\right)U + p_{K_1}\right] + B\left[\left(q_{M_1} - q_{K_1}\right)U + q_{K_1}\right]$$

Тут перший доданок визначає усі точки, що знаходяться на осі *Ox*, а другий – на осі *Oy*. Шукана точка $S \subset Ox$, тобто має $y_S = 0$, а отже, необхідно, щоби:

$$\left(q_{M_1} - q_{K_1}\right)U + q_{K_1} = 0 \Rightarrow U = \frac{q_{K_1}}{q_{K_1} - q_{M_1}}.$$

17.4. Підставимо значення *U* із п. 17.3 у точкове рівняння, що визначає точку *S*, дістанемо:

$$S = A\left[\left(p_{M_1} - p_{K_1}\right)\frac{q_{K_1}}{q_{K_1} - q_{M_1}} + p_{K_1}\right] + B \cdot 0.$$

Якщо враховувати, що $p_{M_1} = 0$, то остаточно матимемо:

$$S = A\left[\frac{-p_{K_1} \cdot q_{K_1}}{q_{K_1} - q_{M_1}} + p_{K_1}\right]$$

або у координатній формі:

$$x_S = x_A\left[\frac{-p_{K_1} \cdot q_{K_1}}{q_{K_1} - q_{M_1}} + p_{K_1}\right] = 10\left(\frac{0{,}3 \cdot 1{,}9}{1{,}9 - 4{,}9} - 0{,}3\right) = -4{,}9.$$

Отже, шуканий центр проєктування *S* матиме координати $S(-4{,}9;0)$ (рис. 1), який, у подальшому має використовуватись для знаходження дифпроєкцій для усіх базисних точок вихідної дискретної кривої лінії (табл. 1).

Висновки. Усі існуючі методи графічного диференціювання надають графіки щомиттєвої зміни кутів нахилів дотичних до дискретної кривої без прив'язки до значень її похідної у відповідних точках. Якщо фахівців з теоретичної механіки таке влаштовує, то композиційні геометричні моделі потребують встановлення відповідності між графічною похідною і значеннями похідної, здобутої традиційними методами математичного аналізу. У даній статті запропоновано спосіб кореляції графіку і значень похідної дискретної плоскої кривої та розроблено алгоритм, який наведено у деталях з обчисленнями тестового прикладу.

Запропонований спосіб кореляції полягає у знаходженні точки відліку та центру проєктування, за допомогою якого вдається, у оцифрованому вигляді, відшукати дифпроєкції в усіх базисних точках дискретної кривої та побудувати для неї смугу дифпроєкцій.

Всередині смуги дифпроєкцій знаходяться значення неперервної композиційної похідної, довільно обираючи які утворюють різні варіації композиційної кривої. І хоча запропонований алгоритм кореляції графіка похідної дискретної кривої та її традиційної похідної є доволі громіздкими, однак, обчислювальна його ресурсомісткість є незначною, тому що усі операції алгоритму базуються на додаванні та множенні дійсних чисел.

Отже, застосування смуги дифпроєкцій відкриває шлях до створення, у подальшому, варіативного композиційного геометричного моделювання.

Література

1. *Верещага В.М.* Композиційне геометричне моделювання: Моногафія. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2017. 108 с.
2. *Адоньєв Є.О.* Композиційний метод геометричного моделювання багатофакторних систем: дис. ... д-ра техн. наук. К.: КНУБА, 2018. 512 с.
3. *Лисенко К.Ю.* Теоретичні основи методів утворення композиційних ліній і поверхонь: дис…к.т.н. Київ. КНУБА, 2022. 267 с.
4. *Верещага В.М., Найдиш А.В., Адоньєв Є.О., Лисенко К.Ю.* Основи композиційного геометричного моделювання: навчальний посібник. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. 255 с.
5. *Верещага В.М., Найдиш А.В., Адоньєв Є.О.* Метод композиційного геометричного моделювання. Монографія. Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. 310 с.
6. *Павленко О.М.* Параметричні композиційні матриці. Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Обухівські читання» 30 березня 2023 р. КНУБА. Київ, 2023. С. 91-96.
7. *Лисенко К.Ю.* Точкові композиційні матриці. Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Обухівські читання» 30 березня 2023 р. КНУБА. Київ, 2023. С. 97-99.
8. *Муртазієв Е.Г.* Алгоритм утворення смуги дифпроєкцій та визначення композиційних похідних у базисних точках. Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Обухівські читання» 30 березня 2023 р. КНУБА. Київ, 2023, с. 102-105.
9. *Верещага В.М.* Про необхідність розробки методів композиційного диференціювання та композиційного інтегрування. Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Обухівські читання» 30 березня 2023 р. КНУБА. Київ, 2023. С. 108-110.
10. *Павленко О.* (2023). Утворення позначення однорозмірних композиційних матриць точкових і операції над ними. Прикладна геометрія, інженерна графіка та об’єкти інтелектуальної власності, 1(XII), 17–21.

11. *Муртазієв Е.* (2023). Обґрунтування необхідності розробки методів композиційного диференціювання та інтегрування. Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності, 1(XII), 22–26.
12. *Павленко О.М., Муртазієв Е.Г., Верещага В.М.* Точкові поліноми як композиційні геометричні моделі. Прикладні питання математичного моделювання. Том 5 № 1 (2022). С. 64-71.
13. *Павленко О.М., Муртазієв Е.Г, Лисенко К.Ю., Верещага В.М.* Композиційні матриці – геометрична фігура. Сучасні проблеми моделювання. (Фахове видання, категорія Б) Випуск 25. Мелітополь. 2023 р. С. 176-183.
14. *Верещага В.М, Муртазієв Е.Г.* (2023) Утворення композиційних похідних для точкових поліномів. Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий наук.-техн. зб. (104). С. 49-58.
15. *Верещага В.М., Лисенко К.Ю.* (2023) Композиційні символи. Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий наук.-техн. зб. (104). С. 38-48.

References

1. *Vereshchaha V.M.* Kompozytsiine heometrychne modeliuvannia: Monohafiia. Melitopol: FOP Odnoroh T.V., 2017. 108 s.
2. *Adoniev Ye.O.* Kompozytsiinyi metod heometrychnoho modeliuvannia bahatofaktornykh system: dys. ... d-ra tekhn. nauk. Kyiv : KNUBA, 2018. 512 s.
3. *Lysenko K.Iu.* Teoretychni osnovy metodiv utvorennia kompozytsiinykh linii i poverkhon: dys…k.t.n. Kyiv : KNUBA, 2022. 267s.
4. *Vereshchaga V.M., Najdysh A.V., Adoniev Є.O., Lysenko K.Ju.* Osnovy kompozycijnogo geometrychnogo modeljuvannja: navchal'nyj posibnyk. Melitopol: FOP Odnorog T.V., 2019. 255 s. {in Ukrainian}
5. *Vereshchaha V.M., Naidysh A.V., Adoniev Ye.O.* Metod kompozytsiinoho heometrychnoho modeliuvannia. Monohrafiia. Melitopol: FOP Odnoroh T.V., 2019. 310 s.
6. *Pavlenko O.M.* Parametrychni kompozytsiini matrytsi. Zbirnyk tez dopovidei XVII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Obukhivski chytannia» 30 bereznia 2023 r. KNUBA. Kyiv, 2023, S. 91-96.
7. *Vereshchaha V.M., Pavlenko O.M., Naidysh A.V.* Modeliuvannia horyzontalnoho zemelnoho maidanchyka u tochkovomu chyslenni: monohrafiia. Melitopol: MDPU imeni Bohdana Khmelnytskoho. 2019. 187 s.
8. *Murtaziiev E.H.* Alhorytm utvorennia smuhy dyfproiektsii ta vyznachennia kompozytsiinykh pokhidnykh u bazysnykh tochkakh. Zbirnyk tez dopovidei XVII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Obukhivski chytannia» 30 bereznia 2023 r. KNUBA. Kyiv, 2023, S. 102-105.
9. *Vereshchaha V.M.* Pro neobkhidnist rozrobky metodiv kompozytsiinoho dyferentsiiuvannia ta kompozytsiinoho intehruvannia. Zbirnyk tez dopovidei XVII Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Obukhivski chytannia» 30 bereznia 2023 r. KNUBA. Kyiv, 2023, S. 108-110.

10. *Pavlenko O.* (2023). Utvorennia poznachennia odnorozmirnykh kompozytsiinykh matryts tochkovykh i operatsii nad nymy. Prykladna heometriia, inzhenerna hrafika ta obiekty intelektualnoi vlasnosti, 1(XII), 17–21.
11. *Murtaziiev E.* (2023). Obgruntuvannia neobkhidnosti rozrobky metodiv kompozytsiinoho dyferentsiiuvannia ta intehruvannia. Prykladna heometriia, inzhenerna hrafika ta obiekty intelektualnoi vlasnosti, 1(XII), 22–26.
12. *Pavlenko O.M., Murtaziiev E.H., Vereshchaha V.M.* Tochkovi polinomy yak kompozytsiini heometrychni modeli. Prykladni pytannia matematychnoho modeliuvannia. Tom 5 № 1 (2022) S. 64-71.
13. *Pavlenko O.M., Murtaziiev E.H, Lysenko K.Iu., Vereshchaha V.M.* Kompozytsiini matrytsi – heometrychna fihura. Suchasni problemy modeliuvannia. (Fakhove vydannia, katehoriia B) Vypusk 25. Melitopol. 2023 r., S. 176-183.
14. *Vereshchaha V.M, Murtaziiev E.H.* (2023) Utvorennia kompozytsiinykh pokhidnykh dlia tochkovykh polinomiv. Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika: mizhvidomchyi nauk.-tekhn. zb. (104). S. 49-58.
15. *Vereshchaha V.M., Lysenko K.Iu.* (2023) Kompozytsiini symvoly. Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika: mizhvidomchyi nauk.-tekhn. zb. (104). S. 38-48.

PhD, prof. **Viktor Vereshchaga,**
vervik1949@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0038-8300
PhD, docent **Murtaziiev Ernest**
ernest_gaf@ukr.net, ORCID: 0000-0002-2154-5523
PhD **Kseniia Lysenko,**
lyksyushka24@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3047-6352
Bogdan Khmelnitsky Melitopol State Pedagogical University
Melitopol School of Applied Geometry named after Volodymyr Naidysh

ALGORITHM FOR DETERMINING THE REFERENCE POINT AND DESIGN CENTER FOR DIFFERENTIAL PROJECTIONS OF THE COMPOSITE DERIVATIVE

The problem is explained in this article, which lies in the established correlation between the composite similar discrete curve and the similar non-continuous curve found by interpolation of base points These are discrete curves. In response to a significant problem, a correlation algorithm has been developed between the digitized graphic data and the values of the traditional data through designated points in the center and the center of the projection, which is, in the future, the vikorist It is necessary to create a dark difference of projections. An analysis of the remaining investigations has been carried out as indicated by those statistics. It is hoped that the compositional approach will be defined and it will be explained by what method it is created. It is pointed out that the degree of the point polynomial and its similarity are the same and it is hoped that this will be *explained well. An algorithm has been developed for finding the point in the center of the design, in which each of the points is accompanied by the corresponding edge of the test butt. In addition, before calculating the test butt, it is necessary to visualize the designated point of the fork and the actual center of the design.*

Keywords: composition similar, point polynomial, differential projections, point in front of the diffraction projection, center of diffraction projection, differential projections.