УДК 514.18

к.т.н., доц. **Воронцов О.В.**,
voronoleg6163@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7339-9196
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».*
к.пед.н., **Воронцова І.В.**,
ira061061@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9131-2816
*Полтавський коледж нафти і газу Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».*

# ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН КОЕФІЦІЄНТІВ СУПЕРПОЗИЦІЇ КООРДИНАТ ЧОТИРЬОХ ТОЧОК НА ПРИКЛАДІ ПОЛІНОМІВ ДВОХ ЗМІННИХ

*У статті запропоновано загальний підхід до визначення величин коефіцієнтів суперпозицій двовимірних точкових множин на основі заданих розрахункових схем, що дозволяє розв'язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції та екстраполяції числовими послідовностями будь-яких двовимірних функціональних залежностей за чотирьома довільно заданими вузловими точками.*

*Однією із задач даної роботи є продовженні досліджень моделювання дискретних геометричних образів (ГО) на основі класичного методу скінчених різниць, статико-геометричного методу і геометричного апарату суперпозицій.*

*Модель одновимірного ГО (кривої лінії представленої дискретно чи континуально) значно простіше піддається всебічним дослідженням, ніж модель двовимірного ГО (поверхні, представленої дискретно чи континуально). Слід очікувати, що ряд властивостей, які має дискретна модель лінії, може бути перенесений на модель поверхні, що формується за тими ж законами, якщо цю лінію розглядати як складову каркаса поверхні. Інші властивості дискретної моделі поверхні можуть бути одержані в результаті узагальнення відповідних властивостей моделі лінії.*

*Тому дана робота базується на попередніх дослідженнях авторів щодо визначення закономірностей зміни величин коефіцієнтів суперпозиції трьох вузлових точок поліноміальної функції для обраної розрахункової схеми.*

*Досліджено процес формування дискретних аналогів двовимірних ГО на прикладі поліноміальних функціональних залежностей і на основі заданих розрахункових схем.*

*У процесі дослідження визначено закономірності зміни величин коефіцієнтів суперпозиції чотирьох вузлових точок поліноміальної функції двох змінних у вигляді графіків числових послідовностей для обраної розрахункової схеми.*

*Одержані закономірності дозволяють формувати двовимірні геометричні образи у вигляді поліномів двох змінних на обраній розрахунковій схемі за даними координатами чотирьох вузлових точок.*

*Дані дослідження визначають загальний підхід до одержання подібних закономірностей зміни величин коефіцієнтів суперпозиції чотирьох вузлових точок обраної розрахункової схеми для визначення аплікат $n$ точок модельованих будь-яких двовимірних функціональних залежностей та довільних двовимірних множин точок.*

*Ключові слова: геометричний апарат суперпозицій; геометричні образи; коефіцієнти суперпозиції, поліноми двох змінних; двовимірні числові послідовності.*

**Постановка проблеми.** Процес геометричного моделювання двовимірних геометричних образів у більшості випадків супроводжується трудомісткими операціями складання та розв'язання великих систем лінійних і нелінійних рівнянь.

Дослідження закономірностей зміни величин коефіцієнтів суперпозиції заданих чотирьох вузлових точок різних двовимірних числових послідовностей на обраних розрахункових схемах, дозволять розв'язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції та екстраполяції числовими послідовностями будь-яких двовимірних функціональних залежностей без трудомістких операцій складання та розв'язання великих систем рівнянь.

**Аналіз останніх досліджень.** Питанням застосування для дискретного моделювання ГО геометричного апарату суперпозицій в поєднанні з класичним методом скінченних різниць, статико-геометричним методом, математичним апаратом числових послідовностей, а також дослідженням закономірностей зміни величин коефіцієнтів суперпозиції у процесі інтерполяції присвячені роботи авторів даної статті [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

**Формулювання цілей та завдання статті.** Метою даної статті є дослідження загального підходу до визначення величин коефіцієнтів суперпозиції координат чотирьох вузлових точок обраних розрахункових схем для розв'язання задач дискретної інтерполяції та екстраполяції ГО двовимірними числовими послідовностями за координатами вузлових точок взятих із довільними кроками по координаційних осях, а саме – визначення поліномів двох змінних $\boldsymbol{n}$-го ступеня довільними дискретними значеннями.

**Основна частина.** Координати будь-якої точки двовимірної множини точок є суперпозицією (1) координат чотирьох довільних точок цієї множини.

$$\begin{cases} x_0 = k_1x_1 + k_2x_2 + k_3x_3 + (1 - k_1 - k_2 - k_3)x_4 \\ y_0 = k_1y_1 + k_2y_2 + k_3y_3 + (1 - k_1 - k_2 - k_3)y_4 \\ z_0 = k_1z_1 + k_2z_2 + k_3z_3 + (1 - k_1 - k_2 - k_3)z_4 \end{cases}. \quad (1)$$

Якщо точки $A_1(x_1, y_1, z_1)$, $A_2(x_2, y_2, z_2)$, $A_3(x_3, y_3, z_3)$, $A_4(x_4, y_4, z_4)$, належать поверхні $z = f(x, y)$, тоді довільну точку $A_0(x_0, y_0, z_0)$, можна представити у вигляді:

$$A_0 = k_1A_1 + k_2A_2 + k_3A_3 + (1 - k_1 - k_2 - k_3)A_4\,, \quad (2)$$

або:

$$z_{i+p,j+m} = k_1z_{i+p_1,j+m_1} + k_2z_{i+p_2,j+m_2} + k_3z_{i+p_3,j+m_3} + k_4z_{i+p_4,j+m_4}\,, \quad (3)$$

де: $p$, $p_1$, $p_2$, $p_3$, $p_4$ – довільні інтервали вздовж осі $i$, а $m$, $m_1$, $m_2$, $m_3$, $m_4$ – довільні інтервали вздовж осі $j$.

Загальні формули обчислення величин коефіцієнтів суперпозиції чотирьох довільних точок $A_1(i + p_1; j + m_1)$, $A_2(i + p_2; j + m_2)$, $A_3(i + p_3; j + m_3)$, $A_4(i + p_4; j + m_4)$, послідовності (4) для визначення координат будь-якої точки $A^0_{i+p,j+m}(i + p;\ j + m)$ даної послідовності

$$z_{ij} = a_{00} + a_{10}i + a_{01}j + a_{20}i^2 + a_{11}ij + a_{02}j^2\,, \quad (4)$$

виведені у роботі [1] в процесі розв’язання системи рівнянь (5):

$$\begin{cases} \sum_{n=1}^{4} k_n = 1 \\ \sum_{n=1}^{4} k_n(i + p_n) = i + p \\ \sum_{n=1}^{4} k_n(j + m_n) = j + m \\ \sum_{n=1}^{4} k_n[b(i + p_n)^2 + c(j + m_n)^2] = b(i + p_n)^2 + c(j + m_n)^2 \end{cases} \quad (5)$$

Графічно дискретний каркас числової послідовності виду (4), за умови $a_{00} = 0,\ a_{10} = 0, +a_{01} = 0,\ a_{20} = 1,\ a_{11} = 0,\ a_{02} = 1$, аплікати вузлових точок якого обчислені за формулою (3), представлено на рисунку 1.

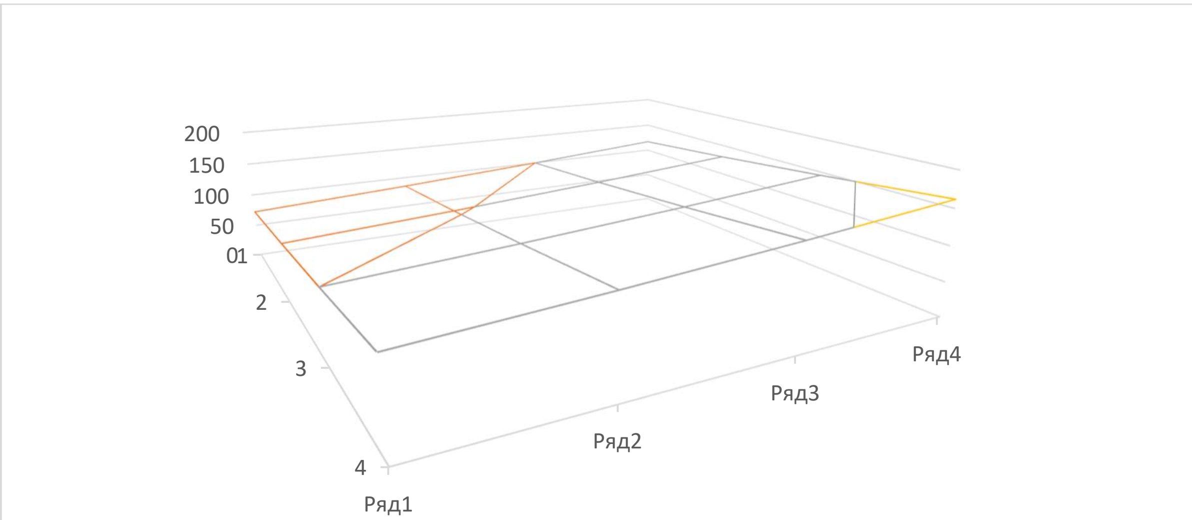



Рисунок 1. Дискретний каркас відсіку поверхні $z_{i,j} = i^2 + j^2$

Значення $z_{ij}$ членів числової послідовності (4), за умови $a_{00} = 0$, $a_{10} = 0, +a_{01} = 0$, $a_{20} = 1$, $a_{11} = 0$, $a_{02} = 1$, наведені у таблиці (1):

Таблиця 1.

Значення членів числової послідовності $z_{i,j} = i^2 + j^2$

| ***j*** | ***i*** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** |
| ***6*** | 72 | **85** | 100 | 117 |
| *7* | 85 | 98 | 113 | 130 |
| ***8*** | 100 | 113 | **128** | 145 |
| ***9*** | **117** | 130 | 145 | **162** |

Результати обчислень коефіцієнтів суперпозиції точок $A_{69}^1(6, 9, 117)$, $A_{76}^2(7, 6, 85)$, $A_{88}^3(8, 8, 128)$, $A_{99}^4(9, 9, 162)$ за формулами (5) для визначення координат вузлових точок: $A_{ij}$ числової послідовності (4) за умови $a_{00} = 0$, $a_{10} = 0, +a_{01} = 0$, $a_{20} = 1$, $a_{11} = 0$, $a_{02} = 1$, наведені у таблиці (2), графічно представлені на рисунках 2 а), б), в), г), а розрахункова схема показана на рисунку 3.

Таблиця 2.

Значення коефіцієнтів суперпозиції координат заданих точок $A_{69}^1(6, 9, 117)$, $A_{76}^2(7, 6, 85)$, $A_{88}^3(8, 8, 128)$, $A_{99}^4(9, 9, 162)$ числової послідовності $z_{i,j} = i^2 + j^2$ .

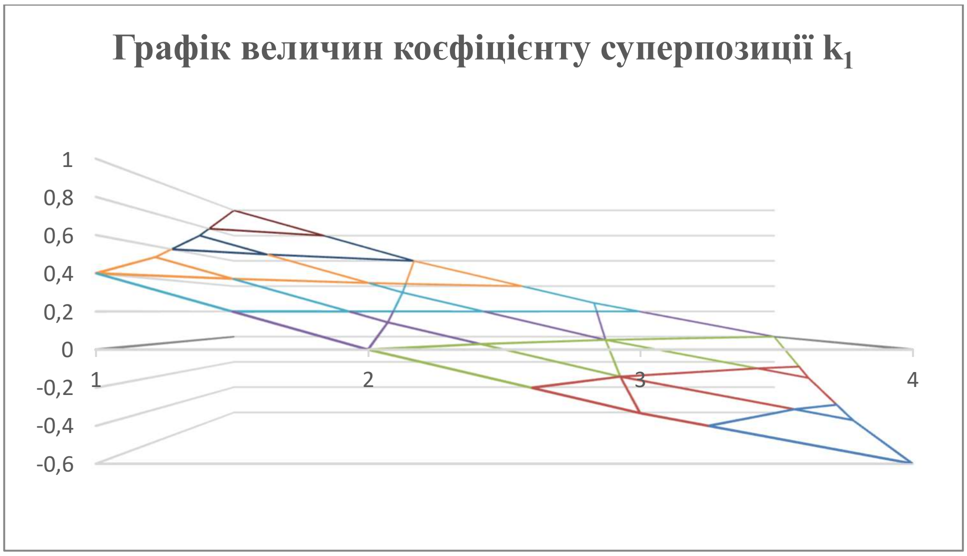
| ***$k_1$*** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ***j*** | ***i*** | | | |
| | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** |
| ***6*** | 0,4 | 0 | -0,333 | -0,6 |
| *7* | 0,533 | 0,133 | -0,2 | -0,467 |
| ***8*** | 0,733 | 0,333 | 0 | -0,267 |
| ***9*** | 1 | 0,6 | 0,267 | 0 |
| ***$k_2$*** | | | | |
| ***j*** | ***i*** | | | |
| | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** |
| ***6*** | 1,2 | 1 | 1 | 1,2 |
| *7* | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |
| ***8*** | 0,2 | 0 | 0 | 0,2 |
| ***9*** | 0 | -0,2 | -0,2 | 0 |
| ***$k_3$*** | | | | |
| ***j*** | ***i*** | | | |
| | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** |
| ***6*** | -0,6 | 0 | 0 | -0,6 |
| *7* | 0,2 | 0,8 | 0,8 | 0,2 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ***8*** | 0,4 | 1 | 1 | 0,4 |
| ***9*** | 0 | 0,6 | 0,6 | 0 |
| | | ***k₄*** | | |
| ***j*** | ***i*** | | | |
| | ***6*** | ***7*** | ***8*** | ***9*** |
| ***6*** | 0 | 0 | 0,333 | 1 |
| *7* | -0,333 | -0,333 | 0 | 0,667 |
| ***8*** | -0,333 | -0,333 | 0 | 0,667 |
| ***9*** | 0 | 0 | 0,333 | 1 |

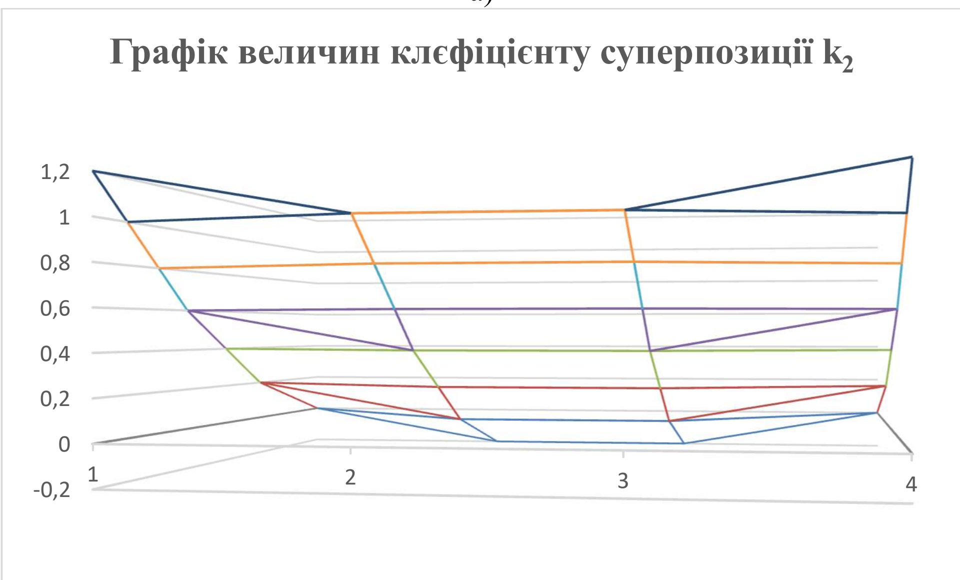
Вірність наведених у таблиці величин коефіцієнтів суперпозиції перевіряється за формулою (3). Наприклад, для вузлової точки $A_{6\,6}$ :

$$z_{6,6} = k_1 z_{6,9} + k_2 z_{7,6} + k_3 z_{8,8} + k_4 z_{9,9}\ ;$$

$$72 = 0{,}4 \cdot 117 + 1{,}2 \cdot 85 - 0{,}6 \cdot 128 + 0 \cdot 162 = 72.$$

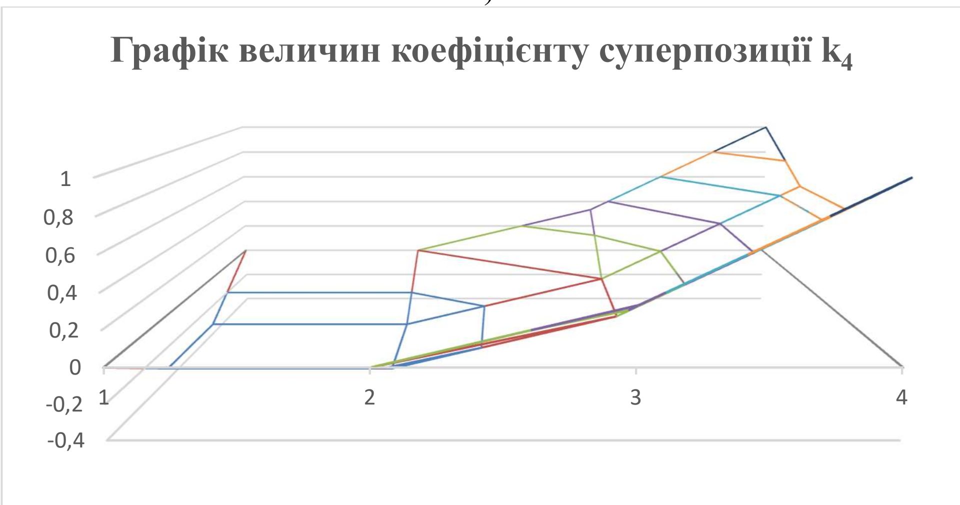



а)




б)


в)




г)

Рисунки 2. а), б), в), г).

Дискретні значення величин коефіцієнтів суперпозиції $k_1$, $k_2$, $k_3$, $k_4$.

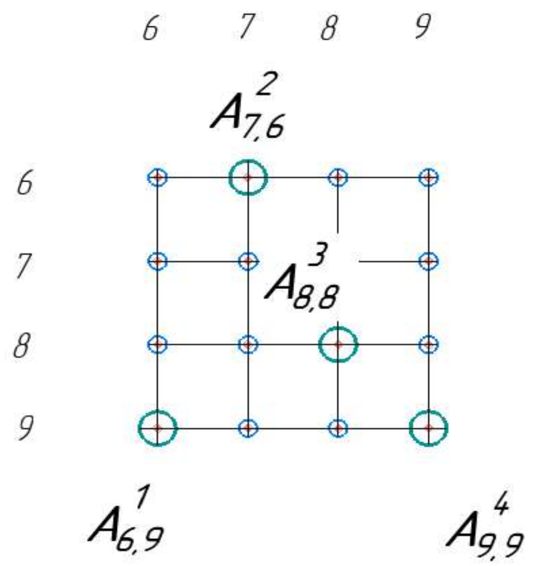



Рисунок 3. Розрахункова схема для визначення величин коефіцієнтів суперпозиції $k_1$, $k_2$, $k_3$, $k_4$

Як видно із наведених вище прикладів (табл. 2, рисунки 2 а, б, в, г), графіки величин коефіцієнтів суперпозиції $k_1$, $k_2$, $k_3$, $k_4$ являють собою [2] двовимірні числові послідовності виду (4):

$$z_{ij} = a_{00} + a_{10}i + a_{01}j + a_{20}i^2 + a_{11}ij + a_{02}j^2 ,$$

які розпадаються на суму двох:

$$z_i = a_0 + a_1 i + a_2 i^2 \tag{7}$$

$$z_j = a_0 + a_1 j + a_2 j^2 , \tag{8}$$

тобто являють собою числові послідовності, що описуються рекурентною формулою скінченої різниці 2-го порядку:

$$y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1} = P.$$

Тому достатньо мати три члена послідовності для визначення їх $n$ членів.

Рекурентна формула, що зв’язує значення кінцевого ряду довільних членів послідовностей (7), (8), має вигляд:

$$y_{i+p} = k_1 y_{i+p_1} + k_2 y_{i+p_2} + k_3 y_{i+p_3} ,$$

або:

$$k_1 y_{i+p_1} - y_{i+p} + k_2 y_{i+p_2} + k_3 y_{i+p_3} = 0 . \tag{9}$$

Формула (11) для суміжних членів послідовностей (8), (9) запишеться у вигляді

$$k_1 y_{i-1} - y_i + k_2 y_{i+1} + k_3 y_{i+2} = 0 , \tag{10}$$

або у вигляді обчислювального шаблону:

$$k_1 — -1 — k_2 — k_3 .$$

Враховуючи одиничний крок, у формулах (12) обчислення величин коефіцієнтів суперпозиції:

$$k_1 = \frac{(p-p_2)(p-p_3)}{(p_2-p_1)(p_3-p_1)} ; \; k_2 = \frac{(p-p_1)(p-p_3)}{(p_1-p_2)(p_3-p_2)} , \; k_3 = \frac{(p-p_1)(p-p_2)}{(p_1-p_3)(p_2-p_3)} ;$$

зможемо записати: p – ∀ ; $p_1=p-1$ ; $p_2=p+1$ ; $p_3=p+2$.

Тоді:

$$k_1 = \frac{((p-(p+1))((p-(p+2))}{((p+1)-(p-1))((p+2)-(p-1))} = \frac{1}{3};$$

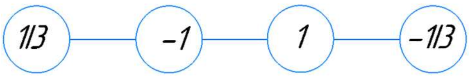
$$\mathrm{k}_2 = \frac{((\mathrm{p}-(\mathrm{p}-1))((\mathrm{p}-(\mathrm{p}+2))}{((\mathrm{p}-1)-(\mathrm{p}+1))((\mathrm{p}+2)-(\mathrm{p}+1))} = 1\ ;$$

$$k_3 = \frac{((p-(p-1))((p-(p+1))}{((p-1)-(p+2))((p+1)-(p+2))} = -\frac{1}{3}\ .$$

Формула (12) матиме вигляд:

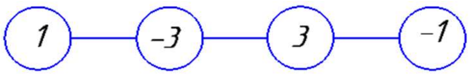
$$\frac{1}{3}y_{i-1} - 1y_i + 1y_{i+1} - \frac{1}{3}y_{i+2} = 0\ , \qquad (11)$$

або у вигляді обчислювального шаблону:




,

що тотожний шаблону центральної різниці третього порядку:




.

Для прикладу на рисунках 4,5 представлені графіки дискретних значень і континуальні аналоги величин коефіцієнту суперпозиції $k_1$ .

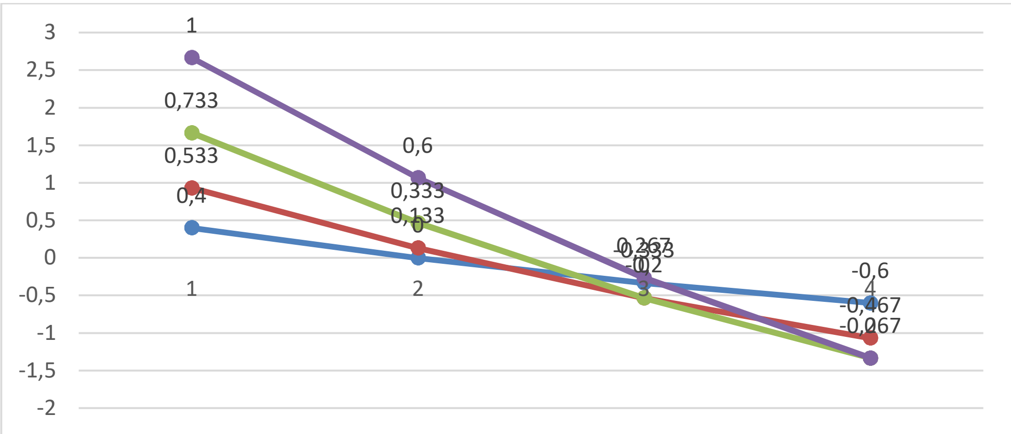



Рисунок 4. Дискретні значення величин коефіцієнту суперпозиції $k_1$

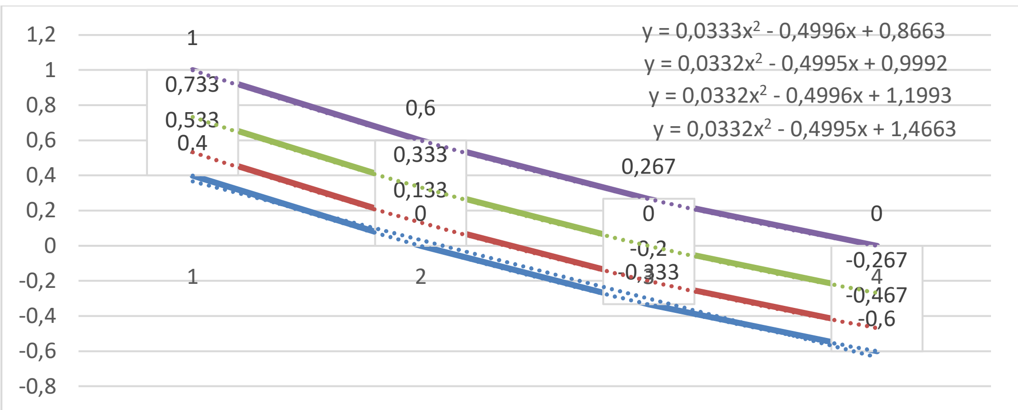
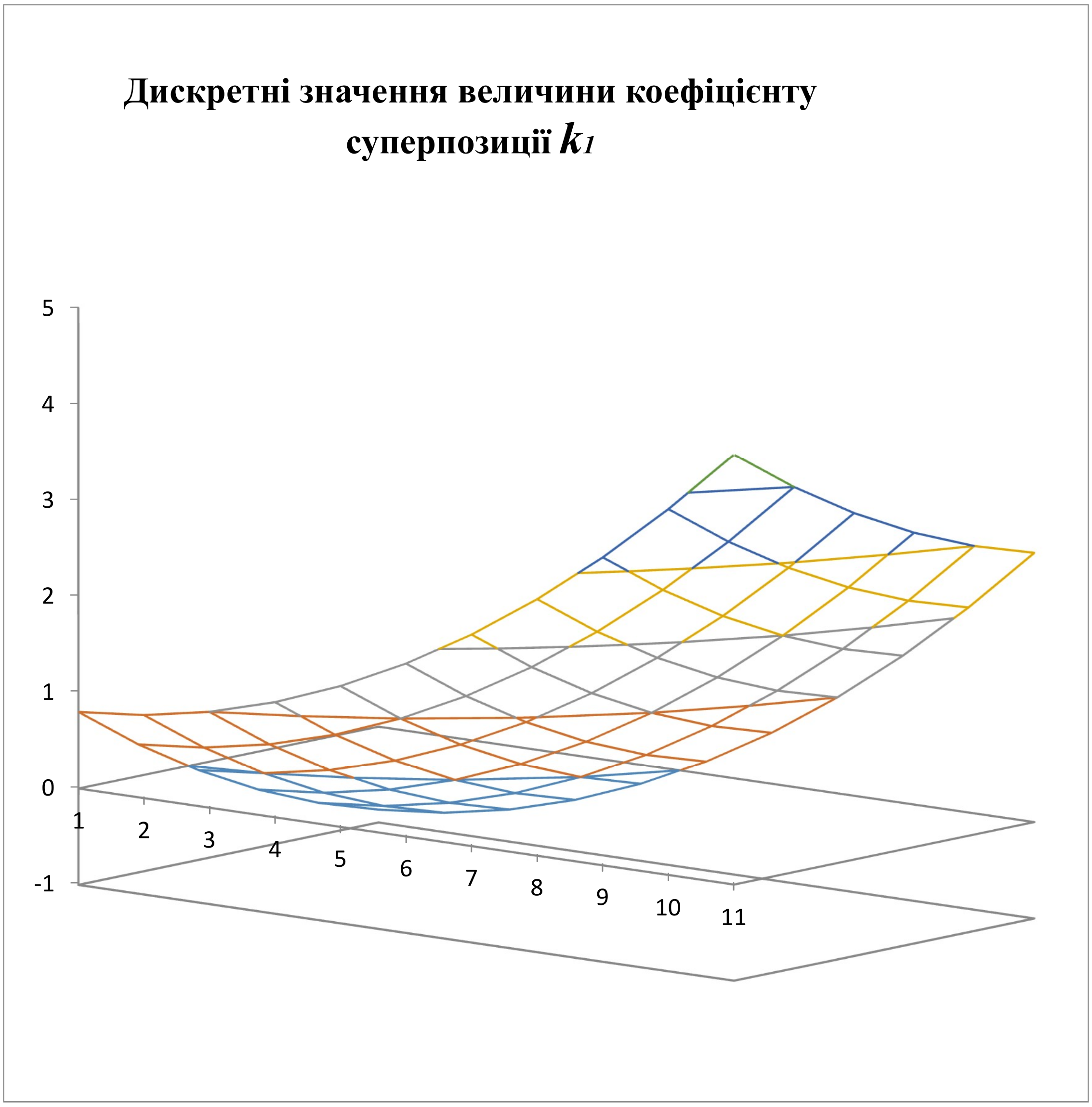



Рисунок 5. Континуальні аналоги величин коефіцієнту суперпозиції $k_1$

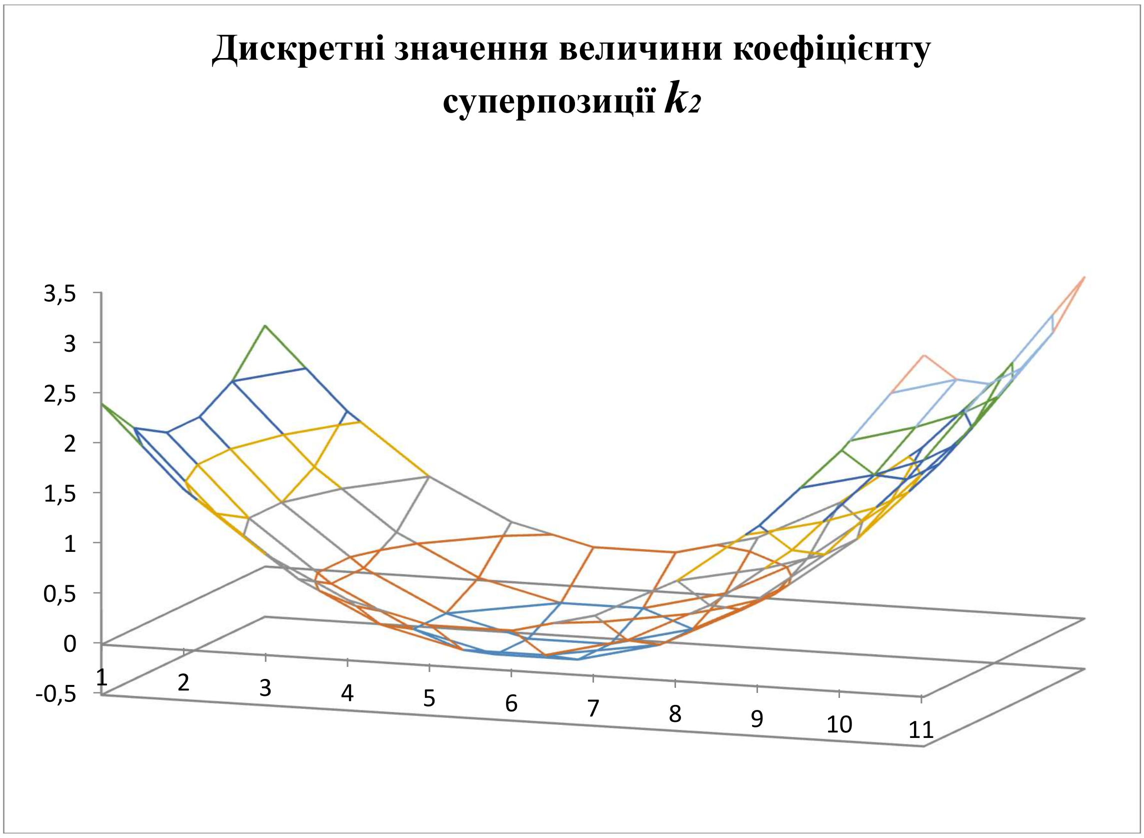
Враховуючи викладене вище можемо обчислити будь-яку кількість та будь-яке довільне значення величин коефіцієнтів суперпозиції для заданої розрахункової схеми (рис. 3) за формулами (9), (11), або використовуючи аналітичні вирази (рис. 5).

Далі, вважаючи величини коефіцієнтів суперпозиції $k_1$, $k_2$, $k_3$, $k_4$ відомими (заданими) зможемо визначати аплікати модельованих дискретних каркасів поверхонь виду (4) для обраної розрахункової схеми (рис. 3). Формоутворюючими величинами будуть аплікати чотирьох точок заданих вузлів.

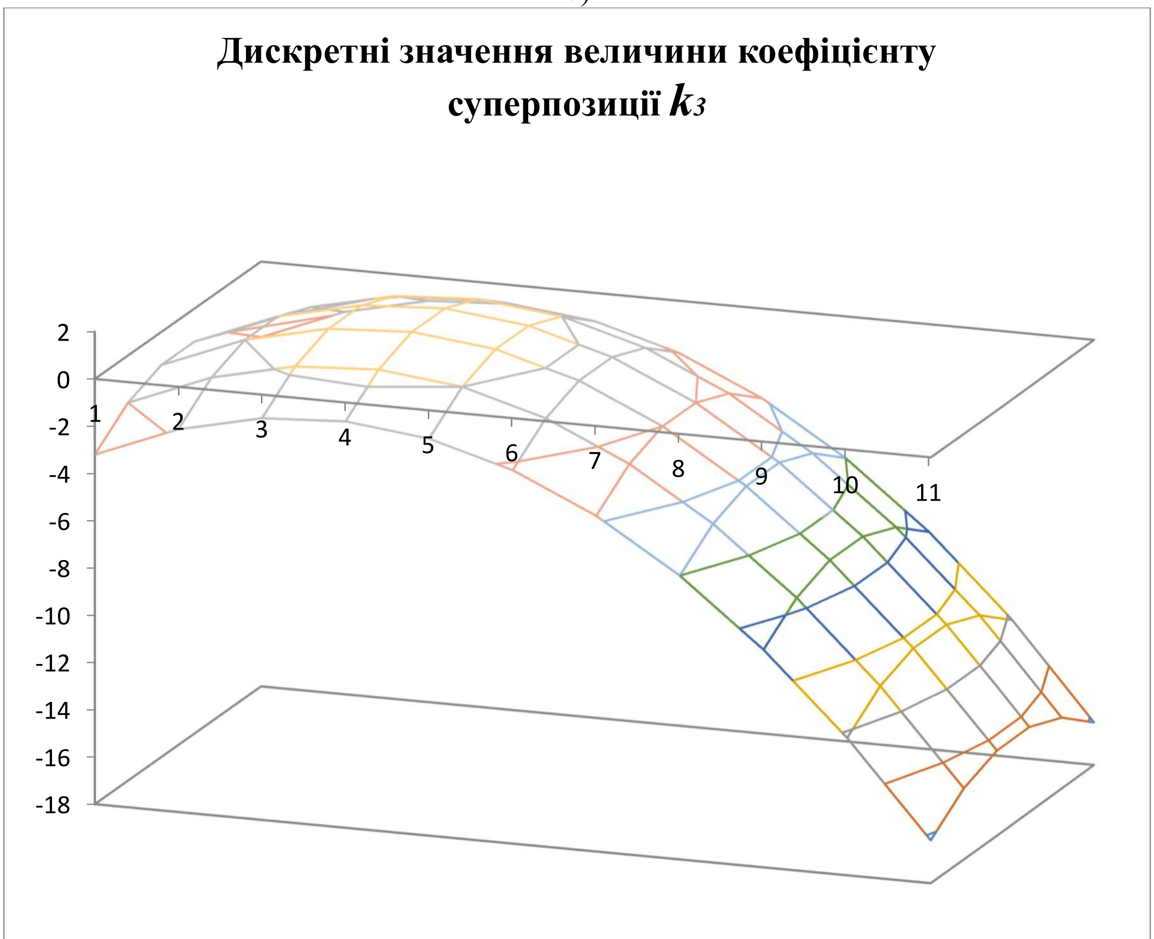
Результати обчислень коефіцієнтів суперпозиції точок $A_{69}^1(6, 9, 117)$, $A_{76}^2(7, 6, 85)$, $A_{88}^3(8, 8, 128)$, $A_{99}^4(9, 9, 162)$ для визначення координат 66-ти вузлових точок: $A_{ij}$ числової послідовності (4) за умови $a_{00} = 0,\ a_{10} = 0, +a_{01} = 0,\ a_{20} = 1,\ a_{11} = 0,\ a_{02} = 1$, графічно представлені на рисунках 6 а), б), в), г), а розрахункова схема показана на рисунку 7.



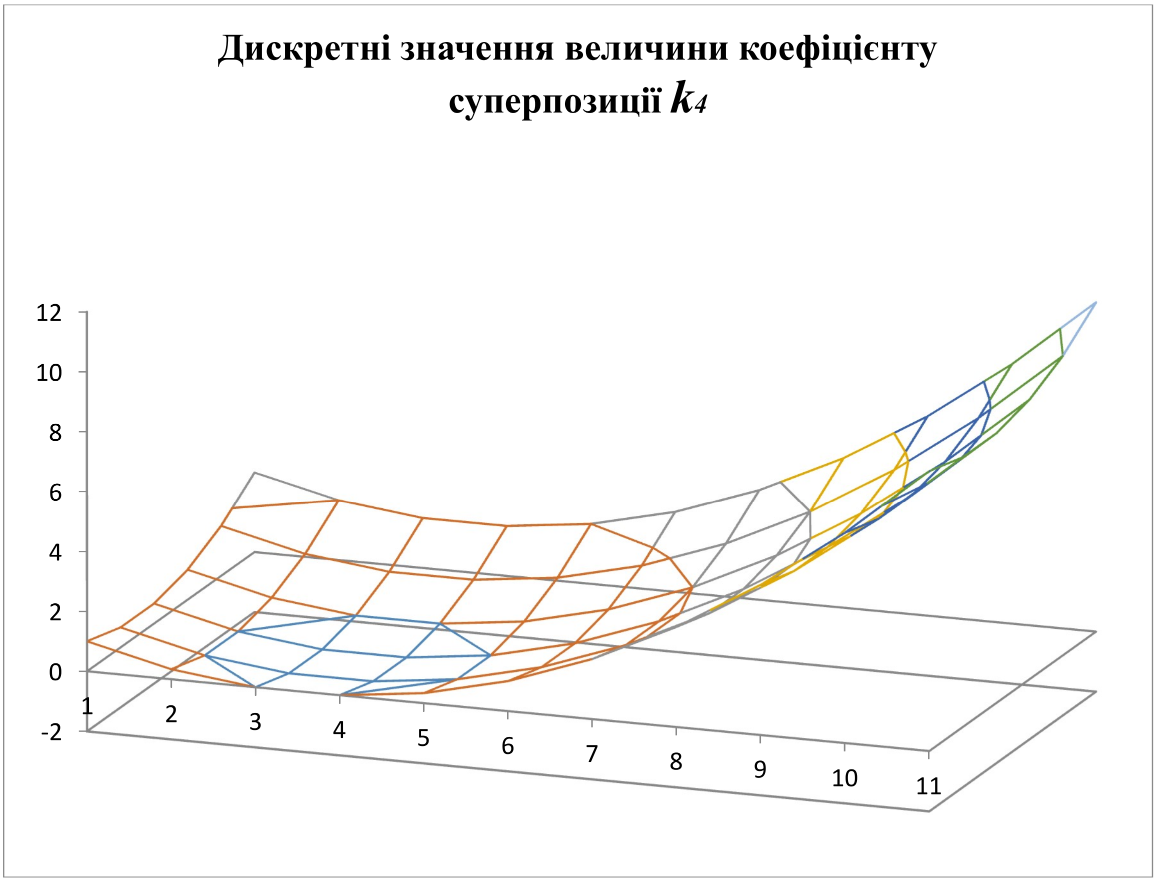

а)


Дискретні значення величини коефіцієнту суперпозиції k2
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,5
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

б)


Дискретні значення величини коефіцієнту суперпозиції k3
2
0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

в)




г)

Рисунки 6. а), б), в), г).

Дискретні значення величин коефіцієнтів суперпозиції $k_1$ , $k_2$ , $k_3$ , $k_4$ .

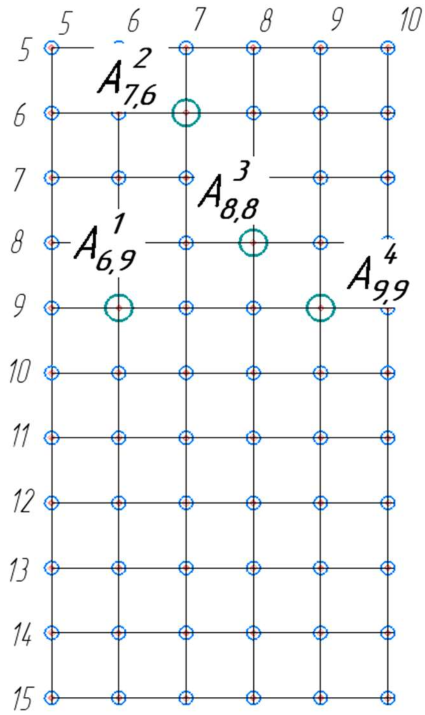



Рисунок 7. Розрахункова схема для визначення величин коефіцієнтів суперпозиції $k_1$, $k_2$, $k_3$, $k_4$

Модельований ДГО графічно представлено на рисунку 8.

Рисунок 8. Дискретний каркас модельованої поверхні.

**Висновки.** У даній статті запропоновано методику виведення залежностей, в тому числі аналітичних, для визначення дискретних величин коефіцієнтів суперпозиції чотирьох заданих вузлових точок на основі двовимірної числової послідовності 2-го ступеня, що дозволяє формувати ДГО виду (4) за умови обраної розрахункової схеми.

**Перспективи подальших досліджень.** Дана методика може бути застосована для виведення подібних залежностей, в тому числі аналітичних, які дозволяють визначати величини коефіцієнтів суперпозиції чотирьох заданих вузлових точок на основі будь-яких інших двовимірних числових послідовностей та довільних розрахункових схем, що дозволять моделювати ДГО у вигляді інших, в тому числі континуальних двовимірних форм.

## Література

1. Воронцов, О.В., Тулупова Л.О., Воронцова І.В. Дискретна інтерполяція геометричних образів суперпозиціями двовимірних точкових множин на прикладі параболічних поверхонь / О.В. Воронцов, Л.О. Тулупова, І.В. Воронцова // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2019. – Вип. 95. – С. 61-66.

2. Воронцов О.В., Воронцова І.В. Дослідження закономірностей зміни величин коефіцієнтів суперпозиції одновимірних функціональних залежностей на прикладі поліноміальних функцій. // Сучасні проблеми

моделювання. Збірник наукових праць Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Мелітополь: – МДПУ. Випуск 21. 2021. С. 74.— 82.
https://doi.org/10.33842/22195203/2021/21/74/82

3. Воронцов О.В., Воронцова І.В. Закономірності зміни величин коефіцієнтів суперпозиції у процесі інтерполяції гіперболічними функціями. Прикладні питання математичного моделювання. Херсон: ХНТУ, Т.4, №1. 2021. С. 59 – 66.
https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.1.6

4. Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Discrete modeling of building structures geometric images. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7 No. 3.2. 2018. P. 727 – 731.
DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.15467

5. Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Geometric and Computer Modeling of Building Structures Forms. International Journal of Engineering & Technology. №7 (4.8), Special Issue №8. 2018. Pages 560-565.
DOI: **10.14419/ijet.v7i4.8.27306**

6. Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Modeling of shell type spatial structural forms by superpositions of support nodes coordinates. Lecture Notes in Civil Engineering. Volume 73. 2019. Pages 501-513.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3

7. Воронцов, О.В., Воронцова І.В. Залежності величини скінченної різниці та величин коефіцієнтів суперпозиції при формуванні одновимірних геометричних образів / О.В. Воронцов, І.В. Воронцова // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2023. – Вип. 105. – С. 62-80.
**DOI:** https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.105

8. Воронцов, О.В., Воронцова І.В. Формування одновимірних геометричних образів суперпозиціями точкових множин за даними крайовими умовами і величиною скінченої різниці / О.В. Воронцов, І.В. Воронцова // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2023. – Вип. 104. – С. 59-79.
DOI: https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.104.59-79

## References

1. Vorontsov, O.V., Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Dyskretna interpoliatsiia heometrychnykh obraziv superpozytsiiamy dvovymirnykh tochkovykh mnozhyn na prykladi parabolichnykh poverkhon / O.V. Vorontsov, L.O. Tulupova, I.V. Vorontsova // Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika. – K.: KNUBA, 2019. – Vyp. 95. – S. 61-66. [in Ukrainian].

2. Vorontsov O.V., Vorontsova I.V. Doslidzhennia zakonomirnostei zminy velychyn koefitsiientiv superpozytsii odnovymirnykh funktsionalnykh zalezhnostei na prykladi polinomialnykh funktsii. // Suchasni problemy modeliuvannia. Zbirnyk naukovykh prats Melitopolskoho derzhavnoho

pedahohichnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Melitopol: – MDPU. Vypusk 21. 2021. S. 74.— 82. [in Ukrainian]. https://doi.org/10.33842/22195203/2021/21/74/82

3. Vorontsov O.V., Vorontsova I.V. Zakonomirnosti zminy velychyn koefitsiientiv superpozytsii u protsesi interpoliatsii hiperbolichnymy funktsiiamy. Prykladni pytannia matematychnoho modeliuvannia. Kherson: KhNTU, T.4, №1. 2021. S. 59 – 66. [in Ukrainian]. https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.1.6

4. Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Discrete modeling of building structures geometric images. International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7 No. 3.2. 2018. P. 727 – 731. [in English]. DOI: 10.14419/ijet.v7i3.2.15467

5. Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Geometric and Computer Modeling of Building Structures Forms. International Journal of Engineering & Technology. №7 (4.8), Special Issue №8. 2018. Pages 560-565. [in English]. DOI: **10.14419/ijet.v7i4.8.27306**

6. Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V. Modeling of shell type spatial structural forms by superpositions of support nodes coordinates. Lecture Notes in Civil Engineering. Volume 73. 2019. Pages 501-513. [in English]. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3

7. Vorontsov, O.V., Vorontsova I.V. Zalezhnosti velychyny skinchennoi riznytsi ta velychyn koefitsiientiv superpozytsii pry formuvanni odnovymirnykh heometrychnykh obraziv / O.V. Vorontsov, I.V. Vorontsova // Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika. – K.: KNUBA, 2023. – Vyp. 105. – S. 62-80. [in Ukrainian]. **DOI:** https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.105

8. Vorontsov, O.V., Vorontsova I.V. Formuvannia odnovymirnykh heometrychnykh obraziv superpozytsiiamy tochkovykh mnozhyn za danymy kraiovymy umovamy i velychynoiu skinchenoi riznytsi / O.V. Vorontsov, I.V. Vorontsova // Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika. – K.: KNUBA, 2023. – Vyp. 104. – S. 59-79. [in Ukrainian]. DOI: https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.104.59-79

PhD, assistant professor **Oleg Vorontsov**
voronoleg6163@gmail.com, ORCID: 0000-0001-7339-9196
*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic».*
PhD, lecturer **Iryna Vorontsova**
ira061061@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9131-2816
*Poltava Oil and Gas College of*
*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic».*

# THE SUPERPOSITION COEFFICIENTS OF THE COORDINATES OF FOUR POINTS' DETERMINATION ON THE TWO VARIABLES POLYNOMIALS EXAMPLE

*The article suggests a general approach to determining the values of superposition coefficients of two-dimensional point sets based on given calculation schemes, which allows solving the problems of continuous discrete interpolation and extrapolation by numerical sequences of any two-dimensional functional dependencies at four randomly specified nodal points.*

*One of the tasks of this work were the continuation of research on the modeling of discrete geometric images (GI) based on the classical method of finite differences, the static-geometric method and the geometric apparatus of superposition.*

*The one-dimensional GI model (a curved line presented discretely or continuously) is much easier to comprehensively study than the two-dimensional GI model (a surface presented discretely or continuously). It should be expected that a number of properties that a discrete line model has can be transferred to a surface model formed according to the same laws, if this line is considered to be a component of the surface framework. Other properties of the discrete surface model can be obtained as a result of generalization of the corresponding properties of the line model.*

*Consequently, this work is based on the authors' previous research on determining the regularities of changes in the values of the superposition coefficients of the three nodal points of the polynomial function for the selected calculation scheme.*

*The process of construction of discrete analogues of two-dimensional GI was studied using the example of polynomial functional dependencies and based on the given calculation schemes.*

*In the procedure of research, the regularities of changes in the values of the superposition coefficients of the four nodal points of the polynomial function of two variables were determined in the form of graphs of numerical sequences for the selected calculation scheme.*

*The follow-on regularities make it possible to form two-dimensional geometric images in the form of polynomials of two variables on the selected calculation scheme based on the coordinates of the four nodal points.*

*The investigated data determine a general approach to obtaining similar regularities of changes in the values of the superposition coefficients of the four nodal points of the selected calculation scheme for determining applications of n points of modeled any two-dimensional functional dependencies and arbitrary two-dimensional sets of points.*

*Keywords: geometric apparatus of superposition; geometric images; superposition coefficients, polynomials of two variables; two-dimensional numerical sequences.*