УДК 514.18

DOI: 10.32347/0131-579x.2023.105.53-61 к. т. н., доц. **Воронцов О.В.**,

[voronoleg6163@gmail.com](mailto:voronoleg6163@gmail.com), ORCID: 0000-0001-7339-9196

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія*

*Кондратюка».*

к. пед. н., **Воронцова І.В.**,

[ira061061@gmail.com](mailto:ira061061@gmail.com), ORCID: 0000-0001-9131-2816

*Полтавський коледж нафти і газу*

*Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

**ЗАЛЕЖНОСТІ ВЕЛИЧИНИ СКІНЧЕННОЇ РІЗНИЦІ ТА ВЕЛИЧИН КОЕФІЦІЄНТІВ СУПЕРПОЗИЦІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ ОДНОВИМІРНИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ**

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

*Однією із задач даної роботи є продовженні досліджень визначення дискретних образів кривих ліній на основі класичного методу скінчених різниць, статико-геометричного методу моделювання і геометричного апарату суперпозицій.*

*Досліджено процес формування дискретних аналогів одновимірних геометричних образів на прикладі поліноміальних функціональних залежностей і на основі заданих симетричних розрахункових схем.*

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

*Визначено залежності значення величини скінченної різниці P від величини будь-якої ординати yi модельованої кривої у вигляді лінійної функції. Для обраної розрахункової схеми така лінійна залежність між величиною зміни значення скінченної різниці P і величиною зміни ординати, наприклад, центрального вузла yi****2*** *матиме вигляд лінійного графіка.*

*Одержані закономірності дозволяють формувати одновимірні геометричні образи на заданій розрахунковій схемі за даними ординатами двох точок опорного контуру і внутрішньої точки.*

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

*У подальшому результати даної роботи дозволять визначати закономірності зміни величин коефіцієнтів суперпозиції, як для симетричних, так і для не симетричних розрахункових схем, що дозволить розв’язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції та екстраполяції числовими послідовностями будь-яких одновимірних функціональних залежностей (визначати ординати шуканих точок дискретно заданих одновимірних геометричних образів) без трудомістких операцій складання та розв’язання великих систем лінійних та трансцендентних рівнянь.*

*Ключові слова: геометричний апарат суперпозицій; одновимірні геометричні образи; величина скінченної різниці; коефіцієнти суперпозиції, числові послідовності.*

**Постановка проблеми.** Процес дискретного моделювання одновимірних геометричних образів у більшості випадків супроводжується трудомісткими операціями складання та розв’язання великих систем лінійних і трансцендентних рівнянь.

Залучення геометричного апарату суперпозицій для розв’язання задач інтерполяції значно розширює можливості дискретного моделювання геометричних образів. Дослідивши закономірності зміни величин коефіцієнтів суперпозиції, як для симетричних, так і для не симетричних розрахункових схем в процесі моделювання дискретних геометричних образів елементарних функцій зможемо розв’язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції та екстраполяції такими функціями без трудомістких операцій складання та розв’язання великих систем рівнянь.

**Аналіз останніх досліджень.** Питанням застосування для дискретного моделювання кривих ліній 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, 9, 10, 11].

**Формулювання цілей та завдання статті.** Метою даної статті є дослідження закономірностей змін величин коефіцієнтів суперпозиції трьох вузлових точок симетричних розрахункових схем, а такожодержання формул обчислення координат будь-якої точки числової послідовності *n*-го порядку як суперпозиції координат трьох заданих вузлових точок на основі симетричних розрахункових схем.

**Основна частина.** Згідно [1] загальні формули обчислення величин коефіцієнтів суперпозиції трьох заданих довільних точок одновимірних точкових множин матимуть вигляд (1):

. (1)

Коефіцієнти суперпозиції обчислюються за формулами (2):

, . (2)

Також, згідно [2, 3, 4, 5, 6] величини коефіцієнтів суперпозиції можуть бути обчислені за формулами (3), (4):

; (3)

. (4)

Для симетричних вихідних умов:

; ,

розрахункової схеми, представленої на рисунку 1 величини коефіцієнтів суперпозиції *k1* , *k2* , *k3* , обчислені за формулами (1 —4), для формування одновимірних геометричних образів на основі числової послідовності (5):

, (5)

матимуть значення:

;

;

.

Рис. 1. Розрахункова схема моделювання кривих

за симетричними вихідними умовами:

; .

Результати обчислень дискретних значень ординат модельованих кривих на основі числової послідовності (5) за вихідними умовами:

;

графічно показано на рисунках 2 — 5.

Рис. 2. Дискретний ряд точок модельованої кривої для

Отримані дискретні значення ординат модельованої кривої являють собою числову послідовність, що, як і значення ординат числової послідовності (5), описується рекурентною формулою скінченної різниці 2-го порядку і є поліномом 2-го степеня.

Наприклад:

 ,

;

 ,

.

Тобто величина скінченної різниці *P* дорівнює 1.

Аналітичне рівняння кривої має вигляд:

.

Результати поліноміальної інтерполяції дискретного ряду ординат вузлових точок модельованої кривої показано на рисунку 2.

Рис. 3. Дискретний ряд точок модельованої кривої для

Отримані дискретні значення ординат модельованої кривої являють собою числову послідовність, що, як і значення ординат числової послідовності (5), описується рекурентною формулою скінченної різниці 2-го порядку і є поліномом 2-го степеня.

Наприклад:

 ,

;

 ,

.

Тобто величина скінченної різниці *P* дорівнює 0,98.

Аналітичне рівняння кривої має вигляд:

.

Результати поліноміальної інтерполяції дискретного ряду ординат вузлових точок модельованої кривої показано на рисунку 3.

Рис. 4. Дискретний ряд точок модельованої кривої для

Отримані дискретні значення ординат модельованої кривої являють собою числову послідовність, що, як і значення ординат числової послідовності (5), описується рекурентною формулою скінченної різниці 2-го порядку і є поліномом 2-го степеня.

Наприклад:

 ,

;

 ,

.

Тобто величина скінченної різниці *P* дорівнює 0,96.

Аналітичне рівняння кривої має вигляд:

.

Результати поліноміальної інтерполяції дискретного ряду ординат вузлових точок модельованої кривої показано на рисунку 4.

Рис 5. Дискретний ряд точок модельованої кривої для

Отримані дискретні значення ординат модельованої кривої являють собою числову послідовність, що, як і значення ординат числової послідовності (5), описується рекурентною формулою скінченної різниці 2-го порядку і є поліномом 2-го степеня.

Наприклад:

 ,

;

 ,

.

Тобто величина скінченної різниці *P* дорівнює 0,94.

Аналітичне рівняння кривої має вигляд:

.

Результати поліноміальної інтерполяції дискретного ряду ординат вузлових точок модельованої кривої показано на рисунку 5.

Із наведених вище прикладів видно, що, між величиною зміни значення скінченної різниці *P* і величиною зміни будь-якої ординати *yi* модельованої кривої існує певна лінійна залежність. Для обраної розрахункової схеми (рис. 1) така лінійна залежність між величиною зміни значення скінченної різниці *P* і величиною зміни ординати, наприклад, центрального вузла *yi****2*** матиме вигляд лінійного графіка представленого на рисунку 6.

Також, враховуючи результати досліджень [9], можемо сформувати дискретні образи двох кривих для обраної вище розрахункової схеми за вихідними даними, наприклад:

1) ; ;

2) ; .

Рис. 6. Графік залежності між величиною зміни значення скінченної

різниці *P* і величиною зміни ординати центрального вузла *yi****2***

Результати обчислень дискретних значень ординат модельованих кривих за даними вихідними умовами графічно показано на рисунках 2 , 7.

Рис. 7. Дискретний ряд точок модельованої кривої для

Отримані дискретні значення ординат модельованої кривої являють собою числову послідовність, що, як і значення ординат числової послідовності (5), описується рекурентною формулою скінченної різниці 2-го порядку і є поліномом 2-го степеня.

Наприклад:

 ,

;

 ,

.

Тобто величина скінченної різниці *P* дорівнює 0,9.

Аналітичне рівняння кривої має вигляд:

.

Результати поліноміальної інтерполяції дискретного ряду ординат вузлових точок модельованої кривої показано на рисунку 7.

Величини скінченної різниці та ординати вузлових точок шуканих дискретних моделей кривих як суперпозиції двох попередньо сформованих суперпозиціями трьох дискретних точок моделей кривих (рис. 2, 7) будуть визначені за формулами (4.122, 4.123):

, (6)

, (7)

де:

– величина рівномірно розподіленої скінченної різниці у вузлах модельованої першої кривої, а – другої;

– ордината *i* –го вузла першої кривої, а — другої кривої.

Величина рівномірно розподіленої скінченної різниці та ординати вузлових точок шуканих дискретних моделей кривих із рівномірним кроком вздовж осі *y* для центрального вузла від 0 до 10 будуть визначені за формулами:

, (8)

. (9)

Враховуючи рівномірний крок зміни рівномірно розподіленої скінченної різниці від 0 до 10:

; , одержимо (9):

.

Величини рівномірно розподіленої скінченної різниці *P* модельованих кривих, що визначені за формулами (8) наведені у таблиці 1.

Таблиця 1.

Дискретні значення рівномірно розподілених величин скінченної різниці *P*.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Pi*** | ***Pi1*** | ***Pi2*** | ***k1*** | ***k2*** |
| 1 | 1 | 0,9 | 1 | 0 |
| 0,99 | 1 | 0,9 | 0,9 | 0,1 |
| 0,98 | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,2 |
| 0,97 | 1 | 0,9 | 0,7 | 0,3 |
| 0,96 | 1 | 0,9 | 0,6 | 0,4 |
| 0,95 | 1 | 0,9 | 0,5 | 0,5 |
| 0,94 | 1 | 0,9 | 0,4 | 0,6 |
| 0,93 | 1 | 0,9 | 0,3 | 0,7 |
| 0,92 | 1 | 0,9 | 0,2 | 0,8 |
| 0,91 | 1 | 0,9 | 0,1 | 0,9 |
| 0,9 | 1 | 0,9 | 0 | 1 |

Значення ординат центральних вузлів модельованих кривих обчислених за формулою (9) наведені в таблиці 2.

Таблиця 2.

Дискретні значення ординат центральних вузлів модельованих кривих *yi* .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***yi*** | ***yi1*** | ***yi2*** | ***k1*** | ***k2*** |
| 0 | 0 | 10 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 10 | 0,9 | 0,1 |
| 2 | 0 | 10 | 0,8 | 0,2 |
| 3 | 0 | 10 | 0,7 | 0,3 |
| 4 | 0 | 10 | 0,6 | 0,4 |
| 5 | 0 | 10 | 0,5 | 0,5 |
| 6 | 0 | 10 | 0,4 | 0,6 |
| 7 | 0 | 10 | 0,3 | 0,7 |
| 8 | 0 | 10 | 0,2 | 0,8 |
| 9 | 0 | 10 | 0,1 | 0,9 |
| 10 | 0 | 10 | 0 | 1 |

Значення ординат вузлів модельованих кривих, наприклад, для вузла *i=7*, що обчислені за формулою (9) наведені в таблиці 3.

Таблиця 3.

Дискретні значення ординат *yi* вузла *i=7* модельованих кривих.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***yi*** | ***yi1*** | ***yi2*** | ***k1*** | ***k2*** |
| 49 | 49 | 54,1 | 1 | 0 |
| 49,51 | 49 | 54,1 | 0,9 | 0,1 |
| 50,02 | 49 | 54,1 | 0,8 | 0,2 |
| 50,53 | 49 | 54,1 | 0,7 | 0,3 |
| 51,04 | 49 | 54,1 | 0,6 | 0,4 |
| 51,55 | 49 | 54,1 | 0,5 | 0,5 |
| 52,06 | 49 | 54,1 | 0,4 | 0,6 |
| 52,57 | 49 | 54,1 | 0,3 | 0,7 |
| 53,08 | 49 | 54,1 | 0,2 | 0,8 |
| 53,59 | 49 | 54,1 | 0,1 | 0,9 |
| 54,1 | 49 | 54,1 | 0 | 1 |

Розглянемо методику визначення величин коефіцієнтів суперпозиції трьох заданих вузлових точок на основі вивчення закономірностей зміни величин коефіцієнтів суперпозиції при формуванні одновимірних геометричних образів суперпозиціями координат трьох точок для наступних десяти варіантів симетричних вихідних умов.

I варіант.

Рис. 8. Розрахункова схема моделювання кривих

за симетричними вихідними умовами:

Дана розрахункова схема передбачає розбивку на 20 одиничних інтервалів вздовж осі ***x*** , та, оскільки схема симетрична – по 10 інтервалів зліва і справа від осі симетрії розрахункової схеми. Дискретні значення величин коефіцієнтів суперпозиції *k1* , *k2* , *k3,* обчислені за формулами (1), або (3), (4), для розрахункової схеми, що показана на рисунку 8, графічно представлені на рисунку 9 а), б), в), і аналітично описуються замкненими формами числових послідовностей (10):

; ;

(10)

*а*

*б*

*в*

Рис. 9. *а*, *б*, *в*. Дискретні значення величин коефіцієнтів

суперпозиції *k1* , *k2* , *k3* для розрахункової схеми 1

Розрахункова схема 2-го варіанту передбачає розбивку по 9 одиничних інтервалів зліва і справа від осі симетрії, 3-го варіанту передбачає розбивку по 8 одиничних інтервалів, 4-го – по 7 одиничних інтервалів, 5-го варіанту – по 6 інтервалів, 6-го – по 5 інтервалів, 7-го – по 4 інтервали, 8-го – по 3 одиничні інтервали, 9-го – по 2 одиничні інтервали зліва і справа від осі симетрії.

X варіант.

Рис. 10. Розрахункова схема моделювання кривих

за симетричними вихідними умовами:

; .

Дана розрахункова схема передбачає розбивку по 1 одиничному інтервалу зліва і справа від осі симетрії.

Дискретні значення величин коефіцієнтів суперпозиції *k1* , *k2* , *k3,* обчислені за формулами (1), або (3), (4), для розрахункової схеми, що показана на рис. 10, графічно представлені на рис. 11 *а*, *б*, *в*, і аналітично описуються замкненими формами числових послідовностей (11):

; ;

(11)

*а*

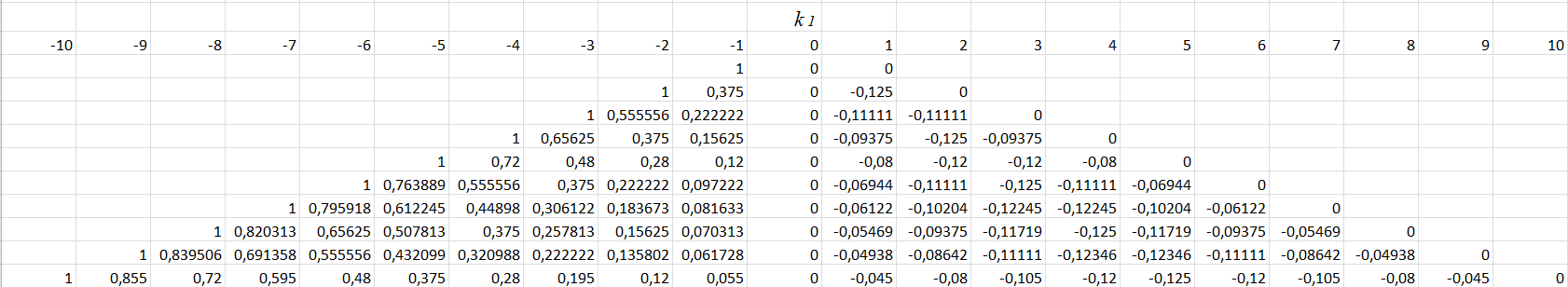
*б*

*в*

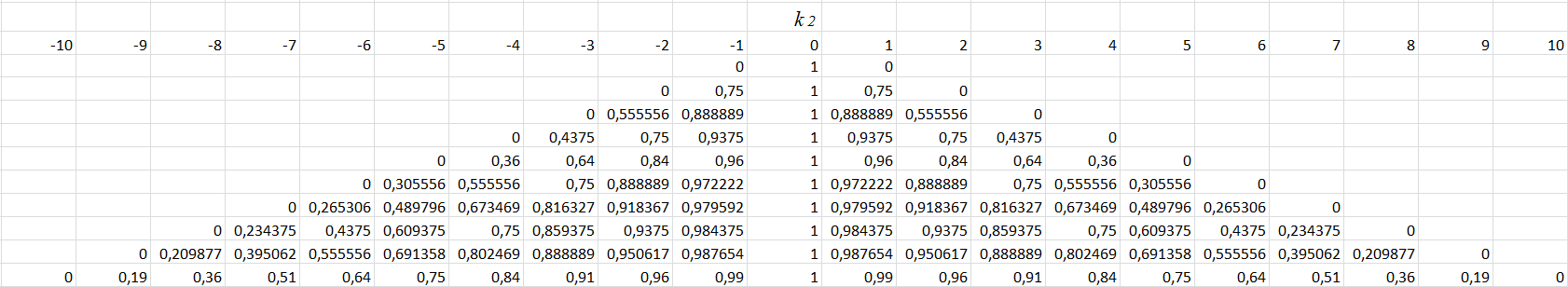
Рис. 11 *а*, *б*, *в*. Дискретні значення величин коефіцієнтів

суперпозиції *k1* , *k2* , *k3* для розрахункової схеми 10

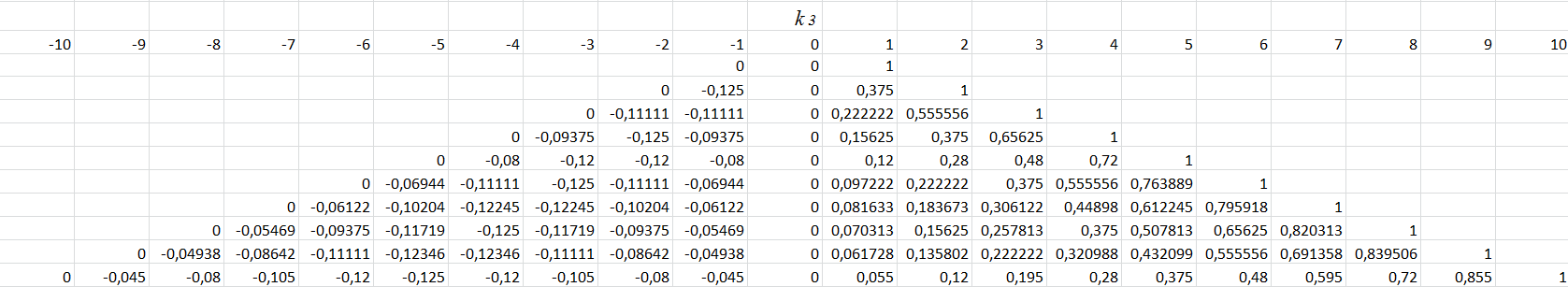
Дискретні значення величин коефіцієнтів суперпозиції *k1* , *k2* , *k3* для усіх десяти розрахункових схем наведені на рисунку 12 а), б), в).



*а*



*б*



*в*

Рис. 12 *а*, *б*, *в*. Дискретні значення величин коефіцієнтів

суперпозиції *k1* , *k2* , *k3* для розрахункових схеми 1 – 10

Проведемо аналіз одержаних величин коефіцієнтів суперпозиції, що наведені на рис. 12 *а*, *б*, *в*.

Дискретні значення величин коефіцієнту суперпозиції *k1* , що одержані для розрахункової схеми 10 аналітично описуються замкненою формою числової послідовності (11):

.

Обчислимо величини коефіцієнту суперпозиції *k1* за даною формулою (розрахункової схеми 10) для вихідних умов, наприклад, розрахункової схеми 9, що передбачає розбивку по 2 одиничних інтервали зліва і справа від осі симетрії, тобто: .

;

.

Обчислимо величини коефіцієнту суперпозиції *k1* за даною формулою (розрахункової схеми 10) для вихідних умов, наприклад, розрахункової схеми 8, що передбачає розбивку по 3 одиничних інтервали зліва і справа від осі симетрії: .

;

;

;

.

Одержані значення величин коефіцієнту суперпозиції *k1* повністю співпадають із наведеними на рисунку 16 а).

Дискретні значення величин коефіцієнту суперпозиції *k2* , що одержані для розрахункової схеми 10 аналітично описуються замкненою формою числової послідовності (11):

.

Обчислимо величини коефіцієнту суперпозиції *k2* за даною формулою (розрахункової схеми 10) для вихідних умов, наприклад, розрахункової схеми 1, що передбачає розбивку по 10 одиничних інтервалів зліва і справа від осі симетрії: .

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

;

і т.д.: – симетрично осі симетрії розрахункової схеми.

Одержані значення величин коефіцієнту суперпозиції *k2* повністю співпадають із наведеними на рисунку 12 б).

Таким чином, за формулами (11) можна визначати величини коефіцієнтів суперпозиції *k1* , *k2* , *k3* у довільних точках для симетричної розрахункової схеми.

Враховуючи результати досліджень [1. 4], формування одновимірних геометричних образів суперпозиціями координат трьох точок може бути здійснено за формулою (12):

, (12)

де: ***p*** – величина визначеного одиничного кроку.

**Висновки.** У даній статті запропоновано методику виведення аналітичних залежностей для визначення дискретних величин коефіцієнтів суперпозиції трьох заданих вузлових точок на основі числової послідовності 2-го степеня для моделювання одновимірних геометричних образів за умови симетричної розрахункової схеми.

Дана методика може бути застосована для виведення подібних аналітичних залежностей, що дозволяють визначати величини коефіцієнтів суперпозиції трьох заданих вузлових точок на основі не тільки симетричних, а і будь-яких інших довільних розрахункових схем.

**Перспективи подальших досліджень.** Результати дослідження закономірностей зміни величини коефіцієнтів суперпозиції заданих трьох вузлових точок різних елементарних функцій, при умові відомого закону розподілення величини скінченної різниці, дозволять розв’язувати задачі суцільної дискретної інтерполяції та екстраполяції числовими послідовностями будь-яких одновимірних функціональних залежностей (визначати ординати шуканих точок дискретних кривих) без трудомістких операцій складання та розв’язання великих систем лінійних рівнянь.

**Література**

1. *Воронцов О.В., Воронцова І.В.* Дискретна інтерполяція суперпозиціями координат трьох точок одновимірних числових послідовностей на прикладі дробово-лінійних функцій / *Сучасні проблеми моделювання. Збірник наукових праць Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*. Мелітополь : МДПУ. Випуск 18. 2020. С. 90 – 98.

<http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/6031>

2. *Воронцов О.В.* Дискретне моделювання геометричних образів суперпозиціями точкових множин трансцендентних функцій / *Сучасні проблеми моделювання.* Збірник наукових праць Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Мелітополь : МДПУ. Випуск 13. 2018. С. 30. – 36.

<http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/6031>

3. *Воронцов О.В., Тулупова Л.О.* Дискретное моделирование кривых поверхностей суперпозициями двумерных точечных множеств / *Cборник статей по материалам XL международной научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике»*. Новосибирск, 2014. №11 (36). С. 7 – 16.

<http://sibac.info/sites/default/files/archive/2014/2014.11.19_teh._nauki_pravka.pdf>

4. *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>

5. *Воронцов О.В., Воронцова І.В.* Закономірності зміни величин коефіцієнтів суперпозиції у процесі інтерполяції гіперболічними функціями / Прикладні питання математичного моделювання. Херсон: ХНТУ, 2021. Т.4, №1. С. 59 – 66.

<https://doi.org/10.32782/KNTU2618-0340/2021.4.1.6>

6. *Vorontsov O.V.,Tulupova L.O., Vorontsova I.V.* Discrete modeling of building structures geometric images. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7 No. 3.2. P. 727 – 731.

DOI: [10.14419/ijet.v7i3.2.15467](http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i3.2.15467)

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

DOI: [10.14419/ijet.v7i4.8.27306](http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i4.8.27306)

8. *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](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3%20)

9. *Воронцов О.В., Воронцова І.В., Тулупова Л.О.* Формування одновимірного дискретного геометричного образу суперпозиціями точкових множин на основі двох та одного заданих образів / *Збірник наукових праць Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького*. Мелітополь : МДПУ, 2017. Випуск 10. С. 36 – 44. <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1832>

10. *Воронцов, О.В., Воронцова І.В.* Формування одновимірних геометричних образів суперпозиціями точкових множин за даними крайовими умовами і величиною скінченої різниці / *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ : КНУБА, 2023. Вип. 104. С. 59-79.

DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579x.2023.104.59-79>

11. *Воронцов, О.В., Усенко В.Г., Воронцова І.В.* Систематизація поліноміальних кривих за виглядом функції зовнішнього формоутворюючого навантаження або величини скінченної різниці / *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ : КНУБА, 2022. Вип. 103. С. 23-37. DOI: [https://doi.org/10.32347/0131-579x.2022.103/23-27](https://doi.org/10.32347/0131-579x.2022.103/23-27%20%20)

**References**

1. *Vorontsov O.V., Vorontsova I.V.* Dyskretna interpoliatsiia superpozytsiiamy koordynat trokh tochok odnovymirnykh chyslovykh poslidovnostei na prykladi drobovo-liniinykh funktsii / *Suchasni problemy modeliuvannia*. Zbirnyk naukovykh prats Melitopolskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Melitopol : MDPU. Vypusk 18. 2020. S. 90 – 98. {in Ukrainian}.

<http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/6031>

2. *Vorontsov O.V.* Dyskretne modeliuvannia heometrychnykh obraziv superpozytsiiamy tochkovykh mnozhyn transtsendentnykh funktsii / *Suchasni problemy modeliuvannia*. Zbirnyk naukovykh prats Melitopolskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Melitopol : MDPU. Vypusk 13. 2018. S. 30 – 36. {in Ukrainian}.

<http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/6031>

3. *Vorontsov O.V., Tulupova L.O.* Diskretnoe modelirovanie krivyih poverhnostey superpozitsiyami dvumernyih tochechnyih mnozhestv: sbornik statey po materialam XL mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii *«Tehnicheskie nauki – ot teorii k praktike»*. Novosibirsk, 2014.с#11 (36). S. 7 – 16. {in Russian}.

<http://sibac.info/sites/default/files/archive/2014/2014.11.19_teh._nauki_pravka.pdf>

4. *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, 2021. Vypusk 21. S. 74 – 82. {in Ukrainian}.

<https://doi.org/10.33842/22195203/2021/21/74/82>

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

6. *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](http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i3.2.15467)

7. *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](http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i4.8.27306)

8. *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 Engineerin*g. Volume 73. 2019. Pages 501-513. {in English}.

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3%20)

9. *Vorontsov O.V., Vorontsova I.V., Tulupova L.O.* Formuvannia odnovymirnoho dyskretnoho heometrychnoho obrazu superpozytsiiamy tochkovykh mnozhyn na osnovi dvokh ta odnoho zadanykh obraziv / *Zbirnyk naukovykh prats Melitopolskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho*. Melitopol : MDPU, 2017. Vypusk 10. S. 36 – 44.{ in Ukrainian}. <http://reposit.pntu.edu.ua/handle/PoltNTU/1832>

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

11. *Vorontsov, O.V., Usenko V.H., Vorontsova I.V.* Systematyzatsiia polinomialnykh kryvykh za vyhliadom funktsii zovnishnoho formoutvoriuiuchoho navantazhennia abo velychyny skinchennoi riznytsi / *Prykladna heometriia ta inzhenerna hrafika*. Kyiv : KNUBA, 2022. Vyp. 103. S. 23 – 37. {in Ukrainian}. DOI: [https://doi.org/10.32347/0131-579x.2022.103/23-27](https://doi.org/10.32347/0131-579x.2022.103/23-27%20%20)

PhD, assistant professor **Oleg Vorontsov**

[voronoleg6163@gmail.com](mailto:voronoleg6163@gmail.com), ORCID: 0000-0001-7339-9196

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic».*

PhD, lecturer **Iryna Vorontsova**

[ira061061@gmail.com](mailto:ira061061@gmail.com), ORCID: 0000-0001-9131-2816

*Poltava Oil and Gas College of*

*National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic».*

**DEPENDENCIES OF THE FINITE DIFFERENCE AND SUPERPOSITION COEFFICIENTS OF ONE-DIMENSIONAL GEOMETRIC POINTS FORMATION**

*A general approach to determining the regularities of changes in the values of superposition coefficients of one-dimensional point sets based on given calculation schemes, which allows solving the problems of continuous-discrete interpolation and extrapolation by numerical sequences of any one-dimensional functional dependencies at three arbitrarily specified nodal points are represented in the article.*

*One of the tasks of this work is to continue research on the definition of discrete points of curved lines based on the classical method of finite differences, the static-geometric method of modeling, and the geometric apparatus of superpositions.*

*The process of forming discrete analogs of one-dimensional geometric images using the example of polynomial functional dependencies and based on particular symmetrical calculation schemes is considered.*

*During the research, the regularities of changes in the values of the superposition coefficients of the three nodal points of the polynomial function in the form of graphs of numerical sequences for the selected calculation scheme were determined.*

*The dependence of the value of the finite difference P on the value of any ordinate yi of the modeled curve in the form of a linear function is resolute. For the selected calculation scheme, such a linear connection between the magnitude of the change in the value of the finite difference P and the magnitude of the change in the ordinate, for example, of the central node yi****2****will have the form of a linear graph.*

*The obtained regularities make it possible to form one-dimensional geometric images on the specified calculation scheme according to the given ordinates of two points of the reference contour and an internal point.*

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

*The results of this work will make it possible to determine the patterns of changes in the values of the superposition coefficients, both for symmetric and non-symmetric calculation schemes, which will allow solving the problems of continuous-discrete interpolation and extrapolation by numerical sequences of any one-dimensional functional dependencies (determine the ordinates of the sought points discretely given one-dimensional geometric images) without time-consuming operations of assembling and solving large systems of linear and transcendental equations in the future.*

*Keywords: geometric apparatus of superpositions; one-dimensional geometric points; the finite difference magnitude; superposition coefficients; numerical sequences.*