

УДК 514.18

**ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО
ПРЕДСТАВЛЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ
ОПТИМАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЙ ТРАНСПОРТНИХ
СПОЛУЧЕНЬ**

Міщенко О.Г.,

Магалов А.М.,

Плоский В.О., д.т.н.,

Скочко В.І., к.т.н.

Київський національний університет будівництва і архітектури

(Україна)

В процесі проектування транспортних сполучень між населеними пунктами й територіальними одиницями виникає необхідність у визначенні оптимальних параметрів відповідних сполучень, що забезпечуватимуть їх мінімальну довжину. У ідеалізованому випадку процес пошуку мінімальних траєкторій прокладання шляхопроводів міг би бути зведеним до пошуку деякої геодезичної лінії на топографічній поверхні досліджуваного рельєфу. Однак, такий підхід є утопічним, оскільки геодезична лінія огинатиме поверхню, не враховуючи можливість того, що мінімальна траєкторія може пролягати крізь неприпустимі висоти, низини або інші особливості рельєфу місцевості. Відтак, необхідно користуватися іншими – більш раціональними та контрольованими – підходами до визначення найкоротших траєкторій прокладання шляхопроводів.

Одним із таких підходів є визначення мінімальних по довжині шляхопроводів на основі задання спеціальних дискретно представлених поверхонь із застосуванням методу скінченних різниць або статико-геометричного методу прикладної дискретної геометрії. Підхід полягає у наступному. Досліджувана топографічна поверхня перетинається умовними поверхнями рівнів, які утворюють граничні (або крайові) умови й обмежують зону пошуку транспортного сполучення. Після цього, на одержаних контурах будується дискретна поверхня, що інтерпретує область пошуку траєкторії прокладання шляхопроводу. У точці (вузлі) моделі, що відповідає пункту призначення, прикладається зосереджене навантаження, яке утворює по всій поверхні нерівномірні ухили. Ці ухили завжди спрямовують пошукові алгоритми, орієнтовані на покрокове визначення найбільшого ухилу в кожній точці, до пункту призначення по найкоротшій траєкторії. Нажаль візуалізація вище

описаних поверхонь не дає чіткого уявлення про характер їх деформування, оскільки деформації від прикладання зосереджених зусиль виявляються явними лише в областях безпосередньої дії цих сил. В даній роботі пропонується спосіб побудови спеціальної додаткової поверхні, що наочно демонструє відносно умовне деформування усіх її точок у відповідності до початково сформованої поверхні ухилів із очевидним розподілом останніх.

Ключові слова: траєкторії прокладання транспортних сполучень, дискретно представлені поверхні.

Постановка проблеми. Побудова ухилоутворюючих дискретно представлених поверхонь для пошуку траєкторії прокладання мінімальних по довжині шляхопроводів є дуже ефективним способом визначення їх принципової геометрії. Однак, у більшості випадків, після побудови відповідної поверхні за заданими зовнішнім та внутрішніми опорними контурами, стає зрозуміло, що візуально відчутне деформування даної поверхні відбувається виключно у місці безпосереднього прикладання зосередженої сили (тобто у точці, яка відповідає пункту призначення) та в її найближчому оточенні. При цьому, візуалізація відповідної поверхні стає абсолютно неінформативною, оскільки результуюча дискретна поверхня демонструє настільки значний перепад висот між точками оточення прикладання зусилля та усіма іншими точками, що характер деформування в останніх стає абсолютно невідчутним. Тоді як у місці прикладання зусилля спостерігається стрімке зростання (деформування), яке не надає жодної належної інформації про характер ухилу на інших ділянках поверхні. Фактично, в такому разі ідентифікувати характер ухилу і напрямок його найбільшої величини у кожній точці можливо лише шляхом чисельного аналізу значень деформацій. Це припустимо, якщо процес моделювання напрямку прокладання найшвидшої траєкторії сполучення двох визначених точок не передбачає візуалізації.

Проте, в іншому випадку виникає потреба у відображенні характеру деформування у деякій локально і нерівномірно масштабованій формі. Результатом такого масштабування повинна стати графічна інтерпретація реального характеру деформування деяким наближенням, але більш наочним способом, у вигляді нової ухилоутворюючої поверхні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Детальний опис запропонованого підходу було викладено в [1] та [2]. Зокрема, було сформульовано принципи формоутворення та подальшого корегування ухилоутворюючої поверхні в дискретній формі на основі застосування сіткових методів, таких як метод скінченних різниць [3 –

5] та статико-геометричного методу прикладної геометрії [6 – 10]. Окрім того, в роботі [11] було обґрунтовано доцільність застосування математичного апарату штучних асоціативних нейромереж для визначення напрямку найшвидшого спуску на кожному кроці прокладання найкоротшого маршруту від умовної точки відправлення й до пункту призначення.

Формулювання цілей статті. Визначити алгоритм побудови спеціальної інтерпретаційної поверхні з метою візуалізації характеру деформування ухилоутворюючої поверхні для визначення найкоротшої траєкторії прокладання нових шляхопроводів.

Основна частина. Нехай деяку вихідну ухилоутворюючу поверхню Ψ уже формоутворено у дискретній формі на основі регулярної прямокутної сітки (це не виключає можливість наявності додаткових регулярних діагональних сполучень – ланок – у кожній прямокутній чарунці, що фактично робитиме дану сітку трикутною, але на основі регулярної прямокутної). Припустимо, що досліджуваний фрагмент рельєфу представлений прямокутною ділянкою із $P \times Q$ точок, які утворюють квадратні в плані регулярні чарунки. В такому випадку інформацію про висоти кожного вузла сітки зручно записувати у матричній формі, позначаючи напрямки індексації вузлів, як i -й та j -й. Однак, такий спосіб запису інформації зручний лише для поточної візуалізації рельєфу, і погано придатний для зберігання та виконання подальших математичних операцій над множиною даних про висоти кожної точки поверхні. Набагато зручніше зберігати відповідну інформацію про цифрову модель рельєфу в форматі вектора із послідовною індексацією вузлів. Згідно з [12 – 14] перехід від подвійної (i, j) до послідовної (v) індексації вузлів може бути здійснено за формулою:

$$v = i + P \cdot (j - 1), \quad (1)$$

$$(i = 1, 2, \dots, P; j = 1, 2, \dots, Q; v = 1, 2, \dots, N; N = P \times Q),$$

де P та Q – загальна кількість вузлів досліджуваного фрагменту поверхні рельєфу в i -му та j -му напрямках відповідно.

Нехай значення висот кожного вузла сітки зберігаються у формі вектора $\{z\}$, що містить N елементів:

$$\{z\} = \begin{Bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_N \end{Bmatrix}. \quad (2)$$

Візуальне представлення ряду точок вектора $\{z\}$ може мати випадковий і навіть осцилюючий характер (рис. 1), а його компоненти можуть бути описані деякою дискретною замкненою (або

рекурентною) функцією z_v (отриманою, наприклад, на основі неперервної інтерполяції):

$$z_v = f(v), \quad (v = 1, 2, \dots, N). \quad (3)$$

Максимальне переміщення z_{\max} (або висота, так як усі базові вузли лежать в одній горизонтальній площині) відповідатиме пункту призначення, що є точкою прикладання зусилля. Найвіддаленіші точки можуть мати величини переміщень навіть на багато порядків нижчі від пункту призначення, серед яких мінімальне значення z_{\min} відповідатиме точці сітки, на яку вплив зосередженої сили буде найменшим.

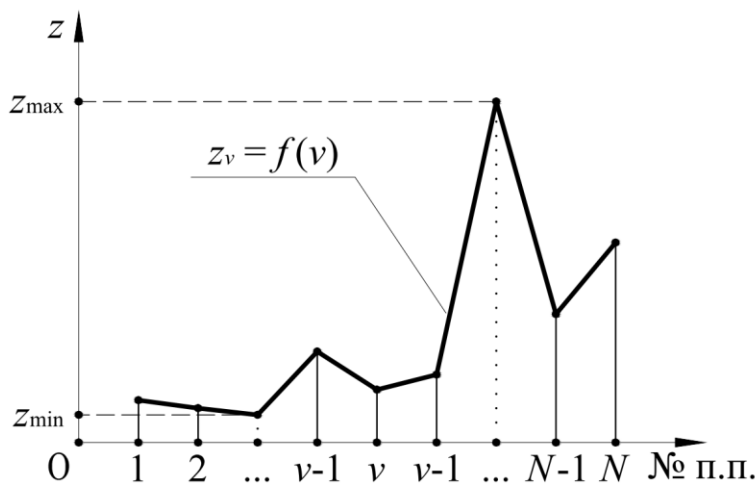


Рис.1. Візуалізація даних вектора $\{z\}$

У зв'язку з тим, що максимальне і мінімальне значеннями вектора $\{z\}$ можуть відрізнятися на багато порядків, необхідно штучно привести цю різницю до контрольованої величини. Для цього пропонується слідувати наступному алгоритму.

1. Задаймо вектор $\{v\}$ порядкових індексів вектора $\{z\}$, що матиме наступну форму:

$$\{v\} = \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_N \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ \vdots \\ N \end{Bmatrix}. \quad (4)$$

2. Відсортуємо елементи векторів $\{z\}$ та $\{v\}$ за зростанням величин вектора $\{z\}$, використовуючи підхід продемонстрований в [15] (див. також [16]), і одержимо два нові вектори $\{\psi\}$ та $\{w\}$ відповідно. Ці вектори будуть побудовані на основі наступних операцій:

$$\begin{cases} \{\psi\} = \{z\}, \\ \{w\} = \{v\}; \end{cases} \quad (5)$$

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = \psi_j, \\ \psi_j = \psi_{j+1}, \\ \psi_{j+1} = C_1; \end{array} \right\} \rightarrow \begin{cases} \psi_j > \psi_{j+1}, \\ (i = 1, 2, \dots, N-1); \\ (j = 1, 2, \dots, N-i) \end{cases}; \quad (6)$$

$$\left. \begin{array}{l} C_2 = w_j, \\ w_j = w_{j+1}, \\ w_{j+1} = C_2; \end{array} \right\} \rightarrow \begin{cases} \psi_j > \psi_{j+1}. \\ (i = 1, 2, \dots, N-1); \\ (j = 1, 2, \dots, N-i) \end{cases}. \quad (7)$$

В результаті вектори $\{\psi\}$ та $\{w\}$ матимуть наступну форму:

$$\{\psi\} = \begin{Bmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \\ \vdots \\ \psi_N \end{Bmatrix}, \quad \begin{pmatrix} \psi_1 = \psi_{\min} = z_{\min}; \\ \psi_N = \psi_{\max} = z_{\max} \end{pmatrix}; \quad (8)$$

$$\{w\} = \begin{Bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_N \end{Bmatrix}, \quad \begin{pmatrix} w_{\min} = v_{\min}; \\ w_{\max} = v_{\max} \end{pmatrix}. \quad (9)$$

В результаті цих операцій компоненти вектора $\{\psi\}$ матимуть постійно зростаючий характер (рис. 2) та зможуть бути описані деякою дискретною замкненою функцією ψ_w :

$$\psi_w = f(w). \quad (w = 1, 2, \dots, N). \quad (10)$$

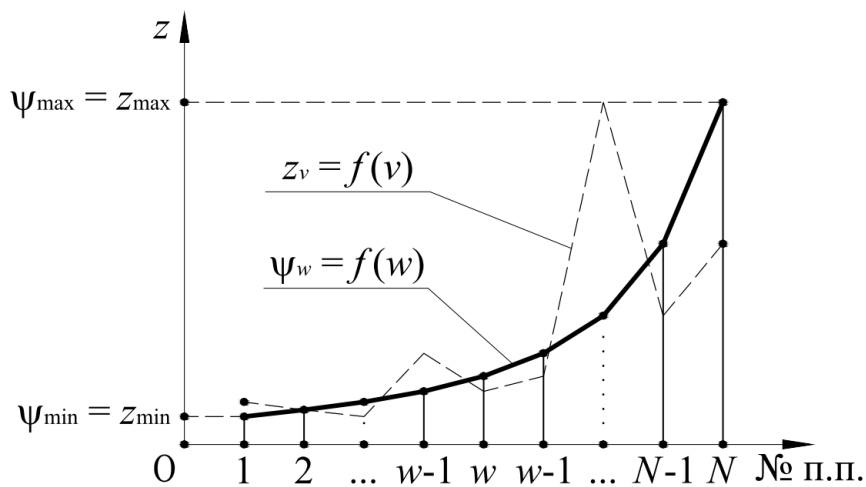


Рис.2. Візуалізація даних вектора $\{\psi\}$ у порівнянні з вектором $\{z\}$

Очевидно, що функції ψ_w та z_v матимуть одні й ті самі максимальні та мінімальні значення.

3. Позначатимемо різницю між максимальним і мінімальним значеннями векторів $\{z\}$ та $\{\psi\}$, як $\Delta\psi$:

$$\Delta\psi = \psi_{\max} - \psi_{\min} = z_{\max} - z_{\min}. \quad (11)$$

Задаймо нові мінімальне та максимальне значення z'_{\min} та z'_{\max} для того, щоб штучно зменшити діапазон компонентів вектора значень ухилоутворюючої поверхні Ψ . При цьому вважатимемо, що ці нові значення z'_{\min} та z'_{\max} відповідатимуть першому й останньому елементу деякого нового вектора $\{\xi\}$:

$$\{\xi\} = \begin{Bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \vdots \\ \xi_N \end{Bmatrix}, \quad \left(\begin{array}{l} \xi_1 = \xi_{\min} = z'_{\min}; \\ \xi_N = \xi_{\max} = z'_{\max} \end{array} \right) \quad (12)$$

і відповідній лінійній функції ξ_w , що матиме наступну форму [17 – 19]:

$$\xi_w = k \times w + c, \quad (13)$$

де компоненти k та c функції (13) можуть бути визначені з рівняння прямої, проведеної через дві точки на площині, а саме через 1-шу й N -ту:

$$\frac{\xi_w - \xi_{\min}}{\xi_{\max} - \xi_{\min}} = \frac{w-1}{N-1}, \quad \text{або} \quad \frac{\xi_w - \xi_1}{\xi_N - \xi_1} = \frac{w-1}{N-1}, \quad (14)$$

що після спрощення матиме такий вид:

$$\begin{aligned} \xi_w &= \frac{(\xi_{\max} - \xi_{\min})}{(N-1)} \times w + \frac{\xi_{\min} \times (N-1) - (\xi_{\max} - \xi_{\min})}{(N-1)}, \quad \text{або} \\ \xi_w &= \frac{(\xi_N - \xi_1)}{(N-1)} \times w + \frac{\xi_1 \times (N-1) - (\xi_N - \xi_1)}{(N-1)}. \end{aligned} \quad (15)$$

Звідки отримаємо:

$$k = \frac{(\xi_{\max} - \xi_{\min})}{(N-1)} = \frac{(\xi_N - \xi_1)}{(N-1)}, \quad (16)$$

$$c = \frac{\xi_{\min} \times (N-1) - (\xi_{\max} - \xi_{\min})}{(N-1)} = \frac{\xi_1 \times (N-1) - (\xi_N - \xi_1)}{(N-1)}. \quad (17)$$

А якщо позначити різницю між максимальним і мінімальним значеннями вектора $\{\xi\}$, як $\Delta\xi$:

$$\Delta\xi = \xi_{\max} - \xi_{\min} = \xi_N - \xi_1 = z'_{\max} - z'_{\min}, \quad (18)$$

то формули (16) та (17) приймуть наступну форму:

$$k = \frac{\Delta\xi}{(N-1)}, \quad (19)$$

$$c = \frac{\xi_{\min} \times (N-1) - \Delta\xi}{(N-1)} = \frac{\xi_1 \times (N-1) - \Delta\xi}{(N-1)} = \frac{z'_{\min} \times (N-1) - \Delta\xi}{(N-1)}. \quad (20)$$

Користуючись рівнянням (13) та виразами (19) і (20) можна без ускладнень віднайти усі елементи вектора $\{\xi\}$. Графік сполучення його значень матиме характер прямої загального положення, а область значень лежатиме в межах інтервалу $\Delta\xi$ (рис. 3).

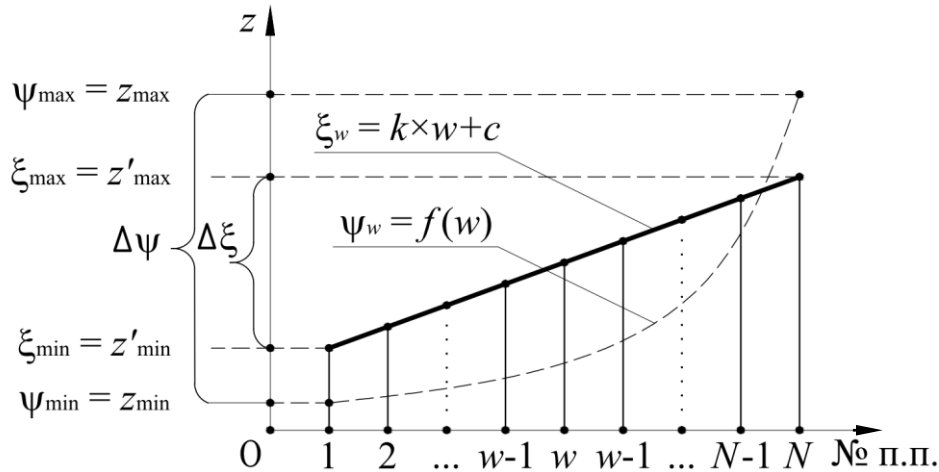


Рис.3. Візуалізація даних вектора $\{\xi\}$ у порівнянні з вектором $\{\psi\}$

4. Відсортуємо елементи векторів $\{\xi\}$ та $\{w\}$ за зростанням величин вектора $\{w\}$ і в результаті одержимо два вектори $\{\omega\}$ та $\{v\}$ (вектор $\{v\}$ повинен набутися форми аналогічної до (4)) відповідно. Ці вектори будуть побудовані на основі наступних операцій:

$$\begin{cases} \{\omega\} = \{\xi\}, \\ \{v\} = \{w\}; \end{cases} \quad (21)$$

$$\left. \begin{array}{l} C_3 = \omega_j, \\ \omega_j = \omega_{j+1}, \\ \omega_{j+1} = C_3; \end{array} \right\} \rightarrow \begin{cases} v_j > v_{j+1}, \\ (i = 1, 2, \dots, N-1); \\ (j = 1, 2, \dots, N-i) \end{cases}; \quad (22)$$

$$\left. \begin{array}{l} C_4 = v_j, \\ v_j = v_{j+1}, \\ v_{j+1} = C_4; \end{array} \right\} \rightarrow \begin{cases} v_j > v_{j+1}, \\ (i = 1, 2, \dots, N-1); \\ (j = 1, 2, \dots, N-i) \end{cases}. \quad (23)$$

В результаті вектор $\{\omega\}$ матиме наступну форму:

$$\{\omega\} = \begin{Bmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \vdots \\ \omega_N \end{Bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \omega_{\min} = z'_{\min} ; \\ \omega_{\max} = z'_{\max} \end{pmatrix}. \quad (24)$$

Візуальне представлення ряду точок вектора $\{\omega\}$ матиме аналогічний до ряду точок вектора $\{z\}$ випадковий або навіть осцилюючий характер (рис. 4), а його компоненти можуть бути описані деякою дискретною замкненою (або рекурентною) функцією ω_v :

$$\omega_v = f(v), \quad (v = 1, 2, \dots, N). \quad (25)$$

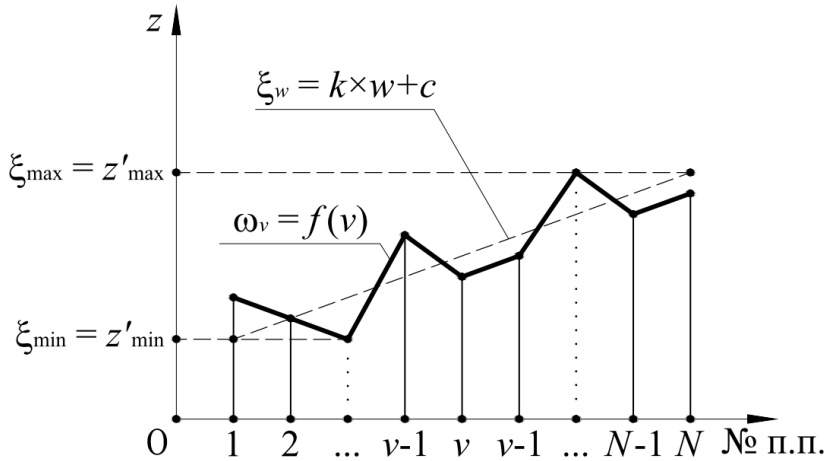


Рис.4. Візуалізація даних вектора $\{\omega\}$ у порівнянні з вектором $\{\xi\}$

5. Маючи вектор $\{\omega\}$ і знаючи зв'язок між одновимірною та двовимірною індексацією вузлів, встановлений функцією (1), відновлюємо двовимірний масив висот (деформацій) інтерпретаційної ухилоутворюючої поверхні (розмірністю $P \times Q$ точок), прообразом якої є поверхня Ψ побудована на основі вектора $\{z\}$.

Подальша візуалізація одержаного масив даних не представляє жодних складнощів і може бути здійснена у середовищі практично будь-якого сучасного програмного пакету символного або чисельного математичного моделювання.

Слід також звернути увагу на аналогічність характеру вихідної та результуючої функцій (z_v та ω_v), побудованих на основі векторів $\{z\}$ та $\{\omega\}$ відповідно (рис. 5). Абсиси усіх їхніх локальних та глобальних екстремумів співпадатимуть (як і зміни у характері кривизни в цілому), що свідчатиме про коректність виконання усіх розрахунків.

Висновки. Продемонстрований алгоритм дозволяє будувати інтерпретаційні поверхні ухилоутворення, що мають на меті наочне представлення повної картини деформування усієї поверхні-прообразу, яка в силу значної різниці між максимальними й мінімальними висотами не дає можливості відчувати локальний характер зміни її висот.

У подальших дослідженнях планується присвятити більше уваги практичним аспектам програмної реалізації даного алгоритму,

візуалізації результатів його роботи, а також особливостям аналізу остаточних даних при пошуку мінімальних траєкторій нових транспортних сполучень.

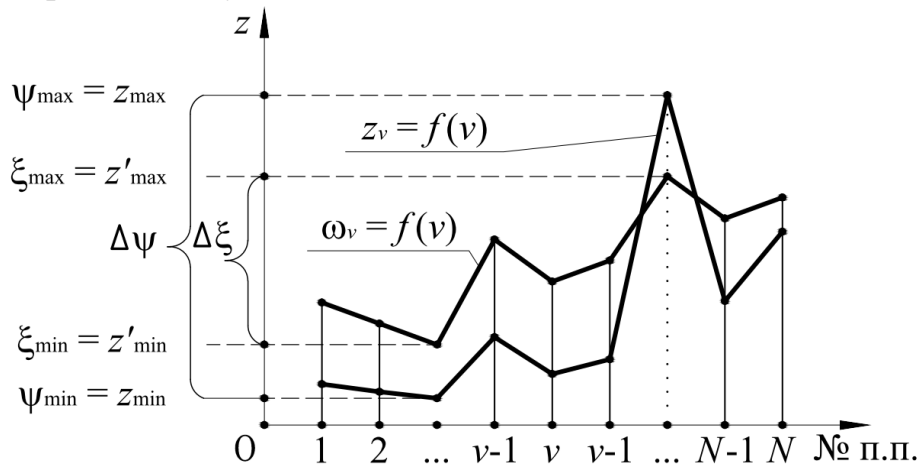


Рис.5. Порівняння візуально представлених даних векторів $\{\omega\}$ і $\{z\}$

Література

1. Міщенко О.Г. Моделювання спеціальних дискретно представлених поверхонь для пошуку мінімальних транспортних сполучень. Містобудування та територіальне планування. К.: КНУБА, 2019. Вип. 69. 445с.
2. Міщенко О.Г. Побудова спеціальних дискретних поверхонь для пошуку траєкторій мінімальних транспортних сполучень при новому будівництві. *International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2019": Conference Proceedings*. 2019. С. 81-82.
3. Найдыш В.М. Формирование загущения точечного ряда на основе разностных схем. *Прикладная геометрия и инженерная графика*. К.: КНУСА, 1992. Вып. 53. С. 21-23.
4. Назарова О.П. Разностные схемы дискретной интерполяции. *Прикладная геометрия и инженерная графика*. К.: КИСИ, 1994. Вып. 57. С. 159-161.
5. Годунов С.К., Рябенкий В.С. Разностные схемы (введение в теорию). М.: Наука, 1977. 440 с.
6. Пустюльга С.І., Самчук В.П. Дискретна інтерполяція двовимірних образів на основі статико-геометричного методу. *Геометричне та комп'ютерне моделювання*. Харків: ХДУХТ, 2004. Вип. 6. С. 58-67.
7. Ковалёв С.Н. Статико-геометрический способ формирования дискретных сетей. *Прикладная геометрия и инженерная графика*. К.: КИСИ, 1989. Вып. 48. С. 25-26.
8. Самчук В.П. Формоутворення хвилястих поверхонь на основі

- статико-геометричного методу. *Збірник наукових праць КНУТД (специвипуск): Міжвідомчий науково-технічний збірник*. К.: ДОП КНУТД, 2006. С. 78-82.
9. Сафронеев И.В., Хмара В.В. Формообразование структурных конструкций статико-геометрическим способом. *Прикладная геометрия и инженерная графика*. К.: КИСИ, 1992. Вып. 53. С. 73-75.
 10. Ковалёв С. Н. Формирование дискретных моделей поверхностей пространственных архитектурных конструкций: дис. ... доктора техн. наук. 05.01.01. М. : МАИ, 1986. 348 с.
 11. Міщенко О.Г., Скочко В.І. Концепція застосування штучних нейромереж при дискретному моделюванні оптимальних транспортних сполучень. *International Scientific-Practical Conference of young scientists "Build-Master-Class-2018": Conference Proceedings*. 2018. С. 112-113.
 12. Скочко В.І. Застосування одновимірної індексації при описанні фізичних процесів тривимірними дискретними моделями. *Прикладна геометрія, дизайн та інноваційна діяльність: І наукова конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 15-16 травня 2012 р. Збірник тез доповідей*. К.: НТУУ, 2012. С. 70-73.
 13. Скочко В.І. Зв'язок між послідовною та потрійною індексаціями вузлів у дискретних геометричних моделях. *Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип. 4, Т. 53. С. 160-163.
 14. Скочко В.І. Спеціальні геометричні моделі процесів, що розвиваються у суцільному середовищі. Дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01. К.: КНУБА, 2013. 269 с.
 15. Skochko V., "Determination of support reactions of rod constructions obtained by morphogenesis." USEFUL online journal, vol. 2, no. 3, pp. 29–42. USA, Miami. Oct. 2018. DOI: <https://doi.org/10.32557/useful-2-3-2018-0005>.
 16. A. Franklin Graybill, "Introduction to matrices with applications in statistics". Wrels Worth Publishing Company, Inc., Belmont, California, 1969.
 17. Гусак А.А., Гусак Г.М., Бричикова Е.А. *Справочник по высшей математике*. Мн.: ТетраСистемс, 1999. 640 с.
 18. Гутер Р.С., Резниковский П.Т. Программирование и вычислительная математика. Выпуск 2 М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит., 1971. 264 с.
 19. Высшая математика. Специальные главы / П.И. Чинаев, А.А. Черенков, Н.А. Минин, А.Ю. Перевозников. Киев: «Вища школа», 1977. 368 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНО ПРЕДСТАВЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООБЩЕНИЙ

Мищенко А.Г., Магалов А.М., Плоский В.А., Скочко В.И.

В процессе проектирования транспортных сообщений между населенными пунктами и территориальными единицами возникает необходимость в определении оптимальных параметров соответствующих сообщений, которые будут обеспечивать их минимальную длину. В идеализированном случае процесс поиска минимальных траекторий прокладки путепроводов мог бы быть сведен к поиску некоторой геодезической линии на топографической поверхности исследуемого рельефа. Однако, такой подход утопический, поскольку геодезическая линия огибает поверхность, не учитывая возможность того, что минимальная траектория может пролежать через недопустимые высоты, низины или другие особенности рельефа местности. Следовательно, необходимо пользоваться другими – более рациональными и контролируемыми – подходами к определению кратчайших траекторий прохождения путепроводов.

Одним из таких подходов является определение минимальных по длине путепроводов на основе задания специальных дискретно представленных поверхностей с применением метода конечных разностей или статико-геометрического метода прикладной дискретной геометрии. Подход заключается в следующем. Исследуемая топографическая поверхность пересекается условными поверхностями уровней, которые образуют предельные (или краевые) условия и ограничивают зону поиска транспортного сообщения. После этого, на полученных контурах строится дискретная поверхность, которая интерпретирует область поиска траектории прокладки путепровода. В точке (узле) модели, соответствующей пункту назначения, прикладывается сосредоточенная нагрузка, которая образует по всей поверхности неравномерные уклоны. Эти уклоны всегда направляют поисковые алгоритмы, ориентированные на пошаговое определение наибольшего уклона в каждой точке, в пункт назначения по кратчайшей траектории. К сожалению, визуализация выше описанных поверхностей не дает четкого представления о характере их деформирования, поскольку деформации от приложения сосредоточенных усилий оказываются явными лишь в областях непосредственного действия этих усилий. В данной работе предлагается способ построения специальной дополнительной поверхности, наглядно демонстрирующей относительное условное деформирование всех ее точек в

соответствии с изначально сформированной поверхностью уклонов с очевидным распределением последних.

Ключевые слова: траектории прокладки транспортных сообщений, дискретно представлены поверхности.

GEOMETRIC MODELING OF DISCRETELY PRESENTED SURFACES TO DETERMINE THE OPTIMAL TRAJECTORIES OF TRANSPORT COMMUNICATIONS

Mischenko O., Magalov A., Ploskyi V., Skochko V.

In the process of designing of transport communications between settlements and territorial units, it becomes necessary to determine the optimal parameters of the corresponding communications, which will ensure their minimum length. In an idealized case, the process of finding the minimum paths for laying overpasses could be reduced to searching for a geodesic line on the topographic surface of the studied relief. However, this approach is utopian, since the geodesic line envelops the surface, not taking into account the possibility that the minimum trajectory can run through unacceptable heights, lowlands, or other features of the terrain. Therefore, it is necessary to use other - more rational and controllable - approaches to determining the shortest paths for passing overpasses.

One of these approaches is the determination of minimum overpasses on the basis of specifying special discretely presented surfaces using the finite difference method or the static-geometric method of applied discrete geometry. The approach is as follows. The topographic surface under study is intersected by conditional level surfaces that form the limiting (or boundary) conditions and limit the search area for the transport connection. After that, a discrete surface is constructed on the obtained contours, which interprets the search area of the overpass path. At the point (node) of the model corresponding to the destination, a concentrated load is applied, which forms uneven slopes over the entire surface. These deviations always direct search algorithms oriented on a step-by-step determination of the largest deviation at each point to the destination along the shortest path. Unfortunately, the visualization of the surfaces described above does not give a clear idea of the nature of their deformation, since deformations from the application of concentrated efforts are only apparent in the areas of direct action of these efforts. In this paper, we propose a method for constructing a special additional surface that clearly demonstrates the relative conditional deformation of all its points in accordance with the initially formed surface of the slopes with an obvious distribution of the last ones.

Keywords: trajectories of transport communications, discretely presented surfaces.