

УДК 528.48

д.т.н. професор Войтенко С.П.,
д.т.н. професор Чибіряков В.К., Малашевський М.А.,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ДО ОЦІНКИ СКЛАДНОСТІ РЕЛЬЄФУ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ.

Представлена методика за допомогою якої можливо визначати коефіцієнт складеності рельєфу на земельній ділянці яка обчислюється.

Постановка проблеми. Останнім часом при зростанні попиту на землю, визначення площі земельних ділянок з урахуванням рельєфу є актуальним питанням. В основних дослідженнях, які велися в напрямку визначення фізичної площі земельних ділянок, головна увага зосереджується на підвищенні точності, для чого вводяться поправки на ухил місцевості.

Огляд попередніх публікацій. Як вже підкреслювалось раніше, проаналізувавши дослідження які велися в цьому напрямку можна прийти до висновків, що не врахування фізичних характеристик при визначенні площі земельної ділянки, яка має складний рельєф в загальній сукупності, може призводити до спотворення площі до 20 відсотків. В проаналізованих статтях [2,3,4,5] застосовується поняття складності рельєфу, говорилося в загальному розумінні, а стосовно критеріїв, які могли б дати характеристику нерівностей земельної ділянки яка обчислюється, та методика за допомогою якої в автоматичному порядку можна було б миттєво визначити середнє значення ухилу місцевості, на теперішній час не проводилось.

Основний зміст роботи. Ділянка складної форми розбивається на підділянки опуклої форми. Далі на даній підділянці вибирається фіксована точка, віддалена від поворотних точок на відстані одного порядку. За таку точку вибираємо центр ваги ділянки. Підділянка розбивається на так звані «великі трикутники», з вершинами в вибраній точці основою яких є відповідний відрізок границі ділянки між двома послідовними поворотними точками. Для збільшення точності знаходження площі з урахуванням рельєфу, кожний такий трикутник поділяється на задану кількість менших «малих трикутників». По горизонтальних координатах вершин «малих трикутників», знаходяться координати висот, по яким шукається площа нахиленого до горизонтальної площини трикутника.

Метою даного дослідження є описати методику, яка б могла в автоматичному порядку визначати ухил місцевості на земельній ділянці що обчислюється. Розглянемо окремий «малий трикутник» (рис.1).

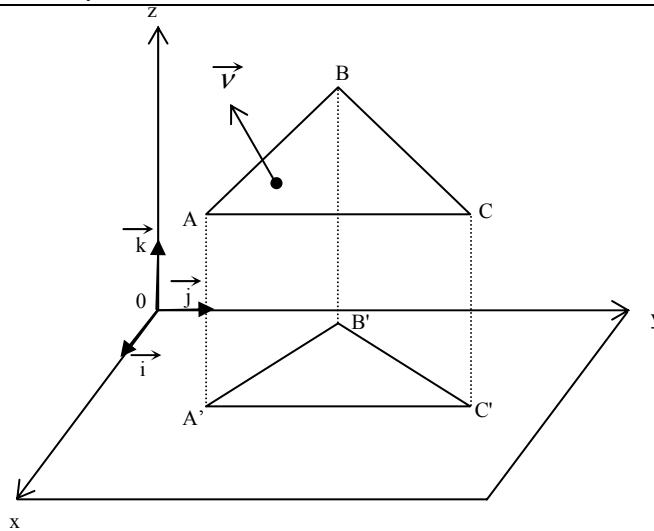


Рис.1. Міра відхилення реального трикутника від горизонтальної проекції.

Для такого малого трикутника визначаємо косинус кута між вертикальною віссю та нормаллю до площини трикутника \vec{n} наступним чином. Скористаємося відомими формулами аналітичної геометрії.

Якщо побудувати рівняння площини трикутника, що визначається координатами його вершин:

$$\begin{vmatrix} x - x_A & y - y_A & z - z_A \\ x_B - x_A & y_B - y_A & z_B - z_A \\ x_C - x_A & y_C - y_A & z_C - z_A \end{vmatrix} = 0 \tag{1}$$

$$(x - x_A) \cdot \begin{vmatrix} y_B - y_A & z_B - z_A \\ y_C - y_A & z_C - z_A \end{vmatrix} + (y - y_A) \cdot \begin{vmatrix} x_B - x_A & z_B - z_A \\ x_C - x_A & z_C - z_A \end{vmatrix} + (z - z_A) \cdot \begin{vmatrix} x_B - x_A & y_B - y_A \\ x_C - x_A & y_C - y_A \end{vmatrix} = 0$$

або

$$\tag{2}$$

Вектор нормалі має вигляд:

$$\vec{N} = N_x \vec{i} + N_y \vec{j} + N_z \vec{k}, \text{ де:}$$

$$N_x = \begin{vmatrix} y_B - y_A & z_B - z_A \\ y_C - y_A & z_C - z_A \end{vmatrix}, N_y = \begin{vmatrix} x_B - x_A & z_B - z_A \\ x_C - x_A & z_C - z_A \end{vmatrix},$$

$$N_z = \begin{vmatrix} x_B - x_A & y_B - y_A \\ x_C - x_A & y_C - y_A \end{vmatrix}, \tag{3}$$

а косинус кута між вертикальною віссю та нормаллю до площини трикутника знаходимо за формулою:

$$c_i = \cos(\vec{N}, \vec{k}) = \frac{N_z}{\sqrt{N_x^2 + N_y^2 + N_z^2}} \tag{4}$$

обчислюємо середнє значення косинуса кута за формулою:

$$c_{cp} = \frac{\sum C_i \cdot F_i}{\sum F_i}, \quad (5)$$

де F_i - площа горизонтальної проекції даного трикутника.

Якщо полігон горизонтальний, то $c_{cp}=1$, а з урахуванням рельєфу, тобто з урахуванням $c_{cp} < 1$. Ця безмірна величина може слугувати кількісним критерієм складності рельєфу, тому що чим складніше рельєф, тим менше буде значення c_{cp} . Як відомо, що F_i^* - площа просторового трикутника, а F_i - площа його горизонтальної проекції. То має місце рівність

$$F_i^* = \frac{F_i}{\cos \left(\vec{N}, \hat{\vec{k}} \right)}, \quad (6)$$

Тоді для одного трикутника

$$C_{cp} = \frac{C_i \cdot F_i}{F_i} = \frac{F_i}{F_i^*} \quad (7)$$

Тобто введений коефіцієнт дорівнює відношенню площі горизонтальної проекції до площі з урахуванням рельєфу. В зв'язку з цим можна стверджувати, що c_{cp} характеризує осереднене відношення певної площі горизонтальної проекції до площі ділянки з урахуванням рельєфу.

Процедура знаходження вертикальних координат точок ділянки, що, яка описана на початку, починається з того, ділянку що розглядається необхідно нанести прямокутник, до якого належить дана ділянка (рис.2). Цей прямокутник визначається сіткою з квадратними чарунками. Довжина та ширина квадрата сітки, яка заздалегідь знайдена в програмі «Діджитал», або іншому програмному продукті, який може розбити регулярну сітку задається попередньо і визначає точність визначення шуканої площі з урахуванням рельєфу. В вузлах отриманої сітки визначають висоти, ці значення в програмі формують прямокутну матрицю розміром m на n . Номери рядочків матриці визначаються послідовними номерами вузлів сітки по координаті x , а номери стовпчиків, номерами вузлів по координаті y . В полігон що обчислюється, визначаються істинні координати (x,y) , та координати чотирьох поворотних точок А,В,С,Д.

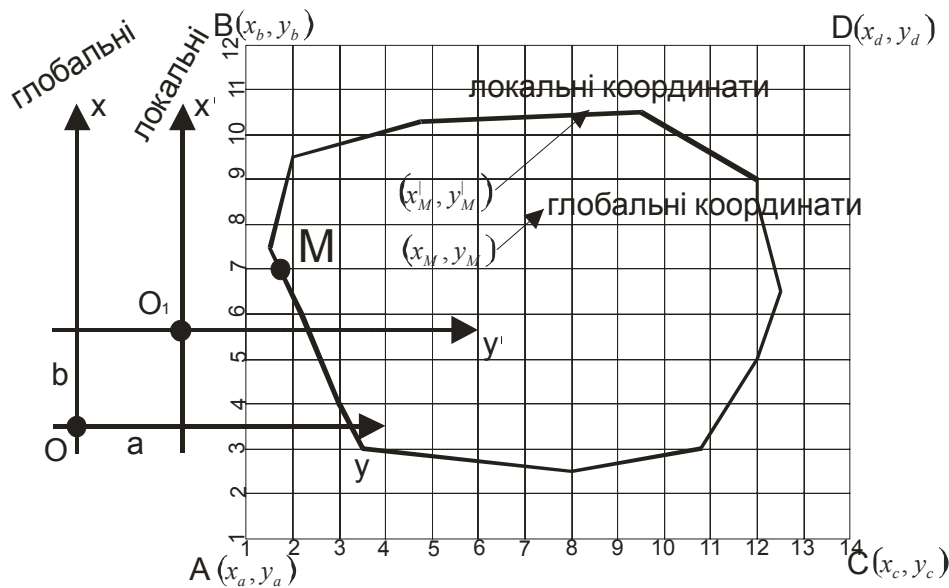


Рис. 2 Знаходження вертикальних координат в земельній ділянці.

1) В залежності від вимог точності та складності рельєфу на земельній ділянці, задаємо шаг координатної сітки $\Delta_x = \Delta_y = \Delta$, або кількість точок по x та по y буде мати вигляді:

$$m = \frac{x_D - x_A}{\Delta} + 1 \quad n = \frac{y_B - y_A}{\Delta} + 1 \quad (8)$$

2) Використовуючи координати т.А в глобальній системі, визначаємо глобальні координати точки М і порівнюємо з локальними координатами цієї ж точки М. Визначаємо a та b , з співвідношення $x_M = x'_M + a$, $y_M = y'_M + b$:

$$\begin{aligned} a &= x_M - x'_M \\ b &= y_M - y'_M \end{aligned} \quad (9)$$

3) Обчислюємо масив вертикальних координат всіх точок прямокутника та заносимо в двомірний масив $ZZZ(m,n)$, та заносимо цей масив в підпрограму яка відповідає за введення даних. Методика обчислення вертикальних координат реалізована алгоритмічною мовою FORTRAN – 77 для комп'ютерів РС ЕОМ [6]. За допомогою цього масиву можна знайти коефіцієнт матриці $ZZZ(i,j)$, що відповідає певній вузловій точці сітки. Підпрограма-функція $hh(x,y)$ повинна знайти висоту, будь-якої точки, що потрапляє до квадрата 1-2-3-4 (рис.3).

При цьому індекс i ціла частина $\frac{x - x_A}{\Delta} + 1$, j ціла частина $\frac{y - y_A}{\Delta} + 1$

а) визначаємо квадрат $\Delta x \Delta y$, в якій потрапляє ця точка. Вихідними є істинні координати x, y , цієї точки (до звернення до підпрограми-функції $x = x' + a$, $y = y' + b$), та координатами точки А. Знаходимо номер точки один по x і номер цієї точки по y (рис.3).

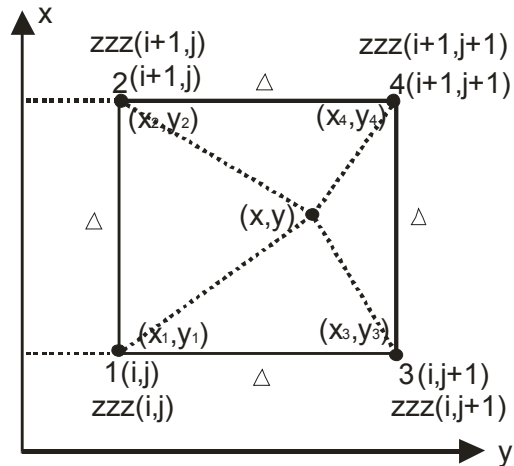


Рис.3. Знаходження висоти методом інтерполяції.

Якщо точка 1 визначається номерами (i, j) , то точка 3 – $(i+1, j)$, точка 2 – $(i, j+1)$, точка 4 – $(i+1, j+1)$. З матриці ZZZ по цих номерах знаходяться висоти (рис.4 а,б).

б) Знаходимо вертикальні координати точки що визначається за інтерполяційними формулами (2.10). За цим методом висоту k -ї точки поверхні, на якій задані n вихідних точок з відповідними позначками Z_i , $i=1, 2, \dots, n$, знаходять з залежності[1]:

$$Z_k = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{Z_i}{S_{ik}} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{S_{ik}} \right)}, \quad (10)$$

де S_{ik} - відстань між точкою яка визначається та вихідними точками.

Висновки: В статті запропонована методика обчислення коефіцієнту що характеризує осереднене відношення певної площі горизонтальної проекції до площини ділянки з урахуванням рельєфу, та дозволяє враховувати складність рельєфу земельної ділянки що обчислюється.

Список літератури:

1. Дорожинський О.Л., Тукай Р. Фотограметрія: Підручник. – Львів: Видавництво Національного університета «Львівська політехніка», 2008. – 332 с.
2. Маслов А.В. Способы и точность определения площадей, Геоиздат// 1955.
3. Самратов У.Д. Аналитический способ определения площадей землепользований // Геодезия и картография. – 1981 №9 – с. 16-19.

4. Асташенков Г.Г., Шпулин В.Я., Определение фактического значения площади наклонного участка местности по данным полевым измерений. // Изв. вуз. Сер. Геодезия и аэрофотосъемка. 1999. – №6 – с. 16-21.
5. Бышев В.А. Пушна О.Д. Садовников С.М. Разработка высокоточного алгоритма определения площади земельных участков физической поверхности земли по топографо – геодезической информации и GPS // Изв. вуз. Сер. Геодезия и аэрофотосъемка. 2001 №6. с. 37-61
6. Белецкий Я. Фортран – 77. Высшая школа Москва.1991, 207 с.

Аннотация

Представлена методика с помощью которой возможно определять коэффициент сложности рельефа на земельном участке которая вычисляется.

Abstract

The method's that allows to define coefficient of landscape complexity of a land plot is presented in the article.