Міністерство освіти і науки України
Уманський національний університет
Національний університет біоресурсів і природокористування України
Національний університет «Львівська політехніка»
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ «ДОСЛІДЖЕННЯ У СФЕРІ ГЕОДЕЗІЇ І ЗЕМЛЕУСТРОЮ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА»

(м. Умань, 20-21 травня 2025 року)



Умань 2025

УДК 528

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету лісового і садово- паркового господарства Уманського національного університету (протокол № 6 від 16 травня 2025 року)

Редакційна колегія:

Поліщук В.В. — доктор сільськогосподарських наук, професор (головний редактор); **Кисельов Ю.О**. **—** доктор географічних наук, професор; **Рудий Р.М. –** доктор технічних наук, професор; **Іванчук О.М.** – доктор технічних наук; **Удовенко І.О. —** кандидат економічних наук, доцент; **Шемякін М.В. —** кандидат сільськогосподарських наук, доцент; **Боровик П.М. —** кандидат економічних наук, доцент; **Парахненко В.Г.** – доктор філософії з наук по землю, викладач; **Прокопенко Н.А. —** викладач; **Балабак О.О.** – викладач-стажист.

Дослідження у сфері геодезії і землеустрою: теорія та практика: матер. Всеукр. наук.-практ. Інтер.- конф. (м. Умань, 20-21 травня 2025 р.). Умань, 2025. 151 с.

У збірнику матеріалів Всеукраїнської науково-практичної Інтернет- конференції висвітлено результати досліджень сучасних українських науковців у сфері геодезії, географії, картографії, землеустрою, кадастру. Видання може бути корисним для викладачів закладів вищої освіти, фахівців-практиків, учителів, студентів.

Матеріали друкуються в авторській редакції і відповідальність за їх зміст несуть автори. Оргкомітет конференції претензії з цього приводу не приймає.

Видається в авторській редакції.

© Колектив авторів, 2025
© Уманський національний університет, 2025

Кирилюк В. П.,
кандидат с.-г. наук, доцент
Уманський державний педагогічний університет
імені Павла Тичини, м. Умань

ОЦІНКА ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК

Під час оцінювання розмірів земельних ділянок, що виділяються для будівництва, землекористування чи інших потреб, на картах і планах проводиться визначення їхньої площі.

Під процесом визначення площі розуміють виконання вимірювань і розрахунків, у результаті яких встановлюється площа ділянки, виражена в гектарах або квадратних метрах [3].

Земельні ділянки можуть мати різні форми та розміри, тому для визначення їх площі застосовують кілька способів: аналітичний, графічний та механічний [4].

При кадастровій зйомці визначення координат меж земельних ділянок зазвичай виконують електронним тахеометром полярним способом з пунктів знімальних мереж. Оцінка точності визначення площ у разі зазвичай розглядається без урахування кореляційних залежностей, що виникають у процесі вимірювань [1].

Розрахунок площі аналітичним способом передбачає визначення розмірів ділянки на основі польових вимірювань довжин ліній і кутів на місцевості або на основі обчислених координат точок земельної ділянки із застосуванням математичних формул. Цей метод вважається найточнішим, оскільки на точність розрахунків впливають лише похибки, що виникають під час польових вимірювань.

Як відомо, площа ділянки визначається за формулами [2]

$$2S = \sum_{i=1}^{i=n} x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \qquad (1)$$

або

$$2S = \sum_{i=1}^{i=n} y_i (x_{i-1} - x_{i+1}), \qquad (2)$$

де i – порядковий номер вершини контуру від 1 до n, n – кількість вершин полігона, а x та y – координати цих вершин.

Координати x_i та y_i визначаються на основі даних вимірювань, отриманих на станції.

Для вектора вимірювань X можна побудувати коваріаційну матрицю K_X розміром $2n \times 2n$, де n – кількість характерних точок. Матриця K_X не є діагональною, оскільки обчислювані кути на станції будуть кореляційно залежними [1].

Коваріаційну матрицю K_Y для вектора координат Y можна визначити, застосувавши узагальнену теорему оцінки точності функцій

$$\underset{2n\times 2n}{Ky} = \underset{2n\times 2n}{A} \times \underset{2n\times 2n}{Kx} \times \underset{2n\times 2n}{A^T}, \quad (3)$$

де A – матриця похідних вектора координат за виміряними величинами.

Розраховані координати також виявляться залежними.

Якщо відома коваріаційна матриця координат Ky, середню квадратичну помилку (*СКП*) площі ділянки можна визначити з виразу

$$m_P^2 = \underset{1\times 2n}{C} \times \underset{2n\times 2n}{Ky} \times \underset{2n\times 1}{C^T}, \quad (4)$$

де C – матриця-рядок похідних функції за координатами граничних точок.

Вектор вимірювань

$$X = (d_1\, \alpha_1\, d_2\, \alpha_2 \ldots d_n\, \alpha_n) \quad (5)$$

де d_i, α_i – виміряні відстані та дирекційні кути, причому

$$\alpha_i = \alpha_0 + \beta_i, \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

де β_i – горизонтальний кут, виміряний від вихідного напрямку з дирекційним кутом α_0.

Зазвичай для вихідного напрямку обирають напрямок на сусідній пункт знімальної мережі.

Виміряні кути β_i будуть кореляційно пов'язані з коефіцієнтом кореляції r_β = +0,5, оскільки спільно орієнтовані на один вихідний напрямок. Цей аспект часто не враховується під час оцінювання точності. Помилка у визначенні вихідного дирекційного кута в цьому випадку не впливає на розраховану площу земельної ділянки і може призвести лише до «розвороту» всієї ділянки. З огляду на це, припустимо, що похибка вихідного дирекційного кута дорівнює нулю.

Таким чином

$$m_{\alpha_i} = \sqrt{m_{\alpha_0}^2 + m_{\beta_i}^2} = m_{\beta_i}, \quad (7)$$

або

$$m_{\alpha_i} = m_{\beta_i} = m_\alpha = m_\beta, \quad (8)$$

Дирекційні кути α_i, розраховані на основі виміряних кутів β_i, також виявляють кореляційну залежність. Коефіцієнт кореляції дирекційних кутів становить r_β = +0,5.

Коваріація дирекційних кутів

$$K_\alpha = r_\alpha \times m_\alpha \times m_\alpha = \frac{m_\alpha^2}{2}, \quad (9)$$

Координати визначених точок

$$X_i = X_{ст} + d_i \cos \alpha_i, \quad (10)$$

$$Y_i = Y_{ст} + d_i \sin \alpha_i \quad (11)$$

де $X_{ст}$ і $Y_{ст}$ – координати станції.

У цій задачі координати визначаються з однієї станції, тому похибки в значеннях X_{cm} і Y_{cm} не впливають на точність розрахунку площі ділянки. Отже

$$m_{Xcm} = 0;\ m_{Ycm} = 0 \qquad (12)$$

і формули (10,11) можна перетворити, змістивши початок системи координат точку стояння приладу

$$X_i = d_i\ cos\ \alpha_i, \qquad (13)$$

$$Y_i = d_i\ sin\ \alpha_i \qquad (14)$$

Елементи матриці A, що має розмірність $2n \times 2n$, представляють собою приватні похідні координат точок за величинами, що вимірюються

$$\frac{\partial x_i}{\partial d_i} = \cos\alpha_i;\quad \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_i} = -\frac{d_i}{\rho}\sin\alpha_i;\quad \frac{\partial y_i}{\partial d_i} = \sin\alpha_i;\quad \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_i} = \frac{d_i}{\rho}\cos\alpha_i; \qquad (15)$$

$$\frac{\partial x_i}{\partial d_j} = 0;\quad \frac{\partial x_i}{\partial \alpha_j} = 0;\quad \frac{\partial y_i}{\partial d_j} = 0;\quad \frac{\partial y_i}{\partial \alpha_j} = 0. \qquad (16)$$

Після перемноження матриць згідно з виразом (3) отримуємо коваріаційну матрицю K_Y координат точок. Наступним кроком є виконання перемноження матриць відповідно до виразу (4).

Матриця C у формулі (4) являє собою рядок з похідними площі за координатами граничних точок

$$\underset{1\times 2n}{C} = \left(\frac{\partial p}{\partial x_1}\quad \frac{\partial p}{\partial y_1}\quad \frac{\partial p}{\partial x_2}\quad \frac{\partial p}{\partial y_2}\quad \cdots\quad \frac{\partial p}{\partial x_n}\quad \frac{\partial p}{\partial y_n}\right), \qquad (17)$$

0з урахуванням формул (1 і 2)

$$\frac{\partial p}{\partial x_i} = \frac{1}{2}\left(y_{i+1} - y_{i-1}\right);\ \frac{\partial p}{\partial y_i} = \frac{1}{2}\left(x_{i-1} - x_{x+1}\right). \qquad (18)$$

На практиці частіше застосовують наближену оцінку точності визначення площ, при цьому кореляційну залежність, розглянуту вище, зазвичай не враховують.

Список використаних джерел:

1. Геодезія. Частина перша. Топографія: навчальний посібник / Островський А. Л. та ін. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. 440 с.
2. Кирилюк В. П., Миколайко В. П., Рожі Т. А. Топографія: навчально-методичний посібник. Ч. 1. Умань. Візаві, 2023. 133 с.
3. Романчук С. В., Кирилюк В. П., Шемякін М. В. Геодезія : навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 292с.
4. Топографія: навч. посіб. / уклад. Кирилюк В. П., Рожі Т. А. Умань : ВНЦ «Візаві», 2024. 324 с.