

УДК 528.48

к.т.н., доцент Дем'яненко Р.А., Ковальов М.В.,  
Київський національний університет будівництва та архітектури

## ТОЧНІСТЬ МЕТОДІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ГЕОДЕЗИЧНИМИ СЛУЖБАМИ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ БУДІВНИЦТВА

*Виконано розрахунок точності визначення положення точок на різних етапах будівництва та здійснено аналіз точності методик виконання геодезичних робіт, запроваджених організаціями на виробництві*

*Ключові слова: точність геодезичних робіт, аналіз точності, модельний приклад.*

**Постановка проблеми.** Вимоги щодо точності робіт по виготовленню конструкцій, монтажу та виконанню геодезичних розмічувальних робіт постійно підвищуються, що пов'язано з удосконалення технологій будівництва висотних споруд. Ці вимоги мають жорсткі параметри. Під час зведення нових висотних споруд існує пряма залежність між точністю зведення споруди та точністю всіх етапів виконання геодезичних робіт. Основним нормативним документом, який регламентує точність виконання геодезичних робіт в будівництві, є ДБН В.1.3.-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві. В даній статті пропонується дослідити точність різних методів виконання геодезичних робіт при зведенні висотних споруд та оцінити їх відповідність прийнятим нормативам.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є визначення та аналіз точності методів виконання геодезичних робіт при будівництві будівель та споруд, які широко застосовуються геодезистами на виробництві. Розрахунок точності виконується для модельного прикладу, характеристики якого використовуються при виконанні обчислень.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Необхідність розробки проектів виконання геодезичних робіт (ПВГР) та проектів моніторингу в порядку, встановленому для розроблення проектів виконання робіт (ПВР), задається основним нормативним документом ДБН В.1.3.-2:2010 Геодезичні роботи у будівництві:

«... 4.8 При зведенні складних та середніх об'єктів I, II та III категорій складності (додаток П.1 ДБН А.2.2-3), будівництві будівель, споруд, у складі проектів організації будівництва та виконання робіт слід розробляти геодезичну частину проекту, а для великих і складних об'єктів IV та V категорій складності, а також висотних та експериментальних будівель, потрібно розробляти проекти виконання геодезичних робіт (ПВГР) та проекти

моніторингу в порядку, встановленому для розроблення проектів виконання робіт (ПВР).

Проектні рішення, що пов'язані з виконанням геодезичних робіт, а саме: спеціальні геодезичні отвори в перекриттях (розміром не менше ніж 150 мм х 150 мм), закладні деталі для закріплення підставок під геодезичні прилади та примусові центри, репери тощо, які мають бути проведені до початку виконання геодезичних робіт, повинні бути відображені в робочих кресленнях проекту та уточнюються в ПВГР . . .».

Цей же нормативний документ регламентує точність виконання геодезичних робіт у будівництві на різних його етапах. Основними етапами виконання геодезичних робіт є:

1. Побудова зовнішньої геодезичної мережі
2. Побудова внутрішньої геодезичної мережі
3. Геодезичні розмічувальні роботи в процесі будівництва
4. Виконавче знімання зведених конструкцій

Для побудови зовнішньої геодезичної мережі можуть бути використані різні методи побудови (тріангуляція, трилатерація, полігонометрія, засічки, супутникові методи) та прилади, які здатні забезпечити нормативну точність для даного класу точності споруди. Відповідно до п.5.2 ДБН В.1.3.-2:2010 геодезичну розмічувальну мережу треба закріплювати центрами геодезичних пунктів із прив'язкою до пунктів опорної геодезичної мережі, які визначають положення будівлі (споруди) на місцевості та забезпечують виконання подальших побудов та вимірів у процесі будівництва з найменшими витратами і потрібною точністю.

**Вихідні дані** для умовного модельного прикладу (взяті з практичного досвіду виконання аналогічних робіт): вихідна геодезична мережа будівельного майданчику будівлі ГПУ створена у вигляді мережі пунктів, які закріплені плівковими відбивачами на сусідніх будівлях. Геодезичною службою Замовника передано закріплені в природі точки з каталогом координат. (Відомість зрівнювання та точність мережі відсутня). (*Порушення п.5.2 ДБН В.1.3.-2:2010*). Методи та точність створення вихідної мережі невідома.

При такому варіанті закріплення пунктів зовнішньої геодезичної мережі будівлі основним методом згущення геодезичної основи є метод зворотньої кутової або лінійно-кутової засічки, при виконанні якого визначаються координати точки стояння приладу. Після чого, використовуючи метод полярних координат, виконується встановлення в проектне положення або визначення координат точок конструкцій при виконавчому зніманні. Виходячи з вище викладеного, проаналізуємо точність даних методів.

При виконанні вимірювань для визначення координат точки стояння приладу С методом лінійно-кутової засічки виконується наведення на вихідні пункти В, А, D (рис.1).

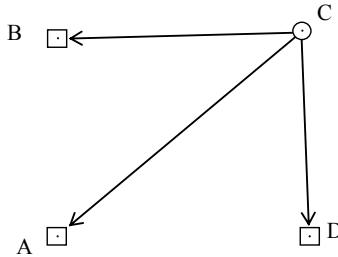


Рис.1. Схема лінійно-кутової засічки

Точність визначення координат точки С методом лінійно-кутової засічки визначається за формулою:

$$m_c = \sqrt{m_a^2 + m_\zeta^2 + m_\delta^2}, \quad (1)$$

де  $m_a$  – похибка вихідних даних;

$m_\zeta$  – точність засічки;

$m_\delta$  – редукція.

Точність лінійно-кутової засічки  $m_\zeta$  розраховано в режимі попереднього розрахунку точності мережі в програмі CREDO-DAT при наступних точностних параметрах приладів: точність вимірювання кутів електронним тахеометром  $m_\beta = 5''$ , точність вимірювання ліній в режимі на плівковий відбивач  $m_S = (3 + 3 \cdot S_{km})$  мм.

Для попереднього розрахунку вибрано наступну конфігурацію мережі: точки А, В, С, D розміщені у вигляді квадрату зі сторонами 50 м. Виконано попередній розрахунок точності в програмі CREDO-DAT та отримано точність засічки  $m_\zeta = 3$  мм.

Тепер розраховуємо точність визначення положення точки С відповідно до формули (1), при цьому похибку вихідних даних прийmemo  $m_a = 4$  мм, редукцію прийmemo  $m_\delta = 1$  мм :

$$m_c = \sqrt{m_a^2 + m_\zeta^2 + m_\delta^2} = \sqrt{4^2 + 3^2 + 1^2} = 5,1 \text{ мм.} \quad (2)$$

Тобто, при виконанні вимірювань методом лінійно-кутової засічки та такої конфігурації мережі СКП положення точки С буде складати  $m_c = 5,1$  мм.

Після визначення координат точки стояння приладу переходять до визначення координат точок будівельних конструкцій (колони, балки).

Визначення координат колон (балок) виконується за допомогою методу «полярних координат» (рис. 2).

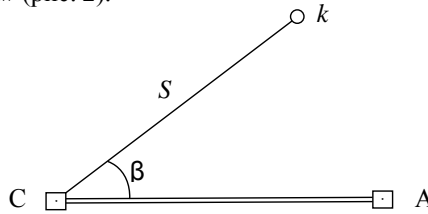


Рис.2. Схема методу полярних координат

Точність визначення точки методом «полярних координат» описується за формулою:

$$m_k = \sqrt{\left(\frac{m_\beta \cdot S}{\rho}\right)^2 + m_S^2 + m_a^2 + m_\delta^2}, \quad (3)$$

де  $\frac{m_\beta \cdot S}{m_\beta \rho}$  – поперечний зсув точки  $k$  (внаслідок впливу похибки вимірювання кутів  $m_\beta$ );

$m_S$  – поздовжній зсув точки  $k$  (внаслідок впливу похибки вимірювання ліній  $m_S$ );

$m_a$  – похибка вихідних даних, отримана відповідно з виразом (2);

$m_\delta$  – редуція.

При  $S = 50 \text{ м}$ ,  $m_\beta = 5''$ ,  $m_S = 3 \text{ мм}$ ,  $m_a = 5,1 \text{ мм}$ ,  $m_\delta = 1 \text{ мм}$ , то використавши формулу (3) обчислимо значення похибки визначення точки:

$$m_k = \sqrt{\left(\frac{m_\beta \cdot S}{\rho}\right)^2 + m_S^2 + m_a^2 + m_\delta^2} = 6,1 \text{ мм}. \quad (4)$$

Отже, точність визначення точок конструкцій відносно вихідних точок геодезичної мережі складатиме  $m_k = 6,1 \text{ мм}$ . При цьому точність взаємного положення точок конструкцій (відстань між суміжними колонами) розраховується за формулою:

$$m_{a\zeta} = m_k \cdot \sqrt{2} = 8,5 \approx 9 \text{ мм} \quad (5)$$

**Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок в цьому напрямку.** Аналізуючи результати попереднього розрахунку точності видно, що точність визначення координат точок конструкцій відносно пунктів вихідної мережі складає 6,1 мм. Точність взаємного положення точок (відстань між суміжними точками) складає близько 9 мм. При цьому необхідно врахувати

те, що при визначенні координат точки С геометрія засічки буде майже ідеальною, відрізки ВС та DC перетинатимуться під кутом  $90^\circ$ . Також в даному розрахунку не враховувалось пониження точності визначення координат внаслідок відхилення візирного променя від нормалі до поверхні вимірювань (вимірювання виконуються на плівковий відбивач, який на практиці не знаходиться перпендикулярно до візирного променя приладу). Досліджено, що при вимірюванні ліній в безрефлекторному режимі на елементи металоконструкцій на відстанях до 10 м точність визначення координат різко зменшується. Так, при кутах більше  $50^\circ$  точність вимірювання ліній (координат) зменшується приблизно в 3-4 рази.

### Список літератури

1. ДБН В.1.3 - 07:2010. Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві. - К., Мінрегіонбуд, 2010.
2. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – К.: Знання, 2009. – 557 с.
3. Баран П.И. Геодезические работы при монтаже и эксплуатации оборудования. М.: Недра 1990, 234 с.
4. Геодезические разбивочные работы. М., Недра 1973, 216 с. Н.Г. Видуев, П.И. Баран, С.П. Войтенко и др.
5. Войтенко С.П. Принципы расчета точности геодезических работ при монтаже элементов строительных конструкций и технологического оборудования / Сб. «Геодезическое обеспечение строительства, монтажа и эксплуатации инженерных сооружений» - М.: ЦНИИГАиК, 1988. - С. 61-65.

### Аннотация

В статье выполнен расчет точности определения положения точек на разных этапах строительства и осуществлен анализ точности методик выполнения геодезических работ, проводимых организациями на производстве

### Annotation

The calculation of accuracy of position-finding points is executed the article on the different stages of building and the analysis of accuracy of methods of implementation of geodesic works, conducted organizations on a production is carried out.