розробки прогнозування довговічності мостових залізобетонних конструкцій і визначати їх життєвий цикл.

УДК 528.2/5

Вахтанін С.М. м. Харків, Україна
ТОВ «БВ Інжинірінг»
Кривий П.П. м. Харків, Україна
Самойлова Г.В. м. Харків, Україна
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ТРАДИЦІЙНИХ МЕТОДІВ ПОБУДОВИ ПЛАНОВИХ ОПОРНИХ ГЕОДЕЗИЧНИХ МЕРЕЖ

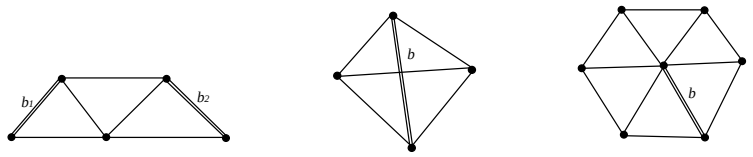
Планові опорні геодезичні мережі є базисом для винесення проектів будівництва у натуру, виконання спеціальних інженерно-геодезичних робіт, спостережень за небезпечними природними і техногенними процесами, забезпечення будівництва та експлуатації об'єктів. Найпоширенішими методами побудови планових опорних геодезичних мереж на сьогоднішній день є: тріангуляції, трилатерації і полігонометрії, а також поєднання цих способів. Вони відносяться до традиційних методів побудови планових опорних інженерно-геодезичних мереж. Деякі з цих методів, як, наприклад, тріангуляція сьогодні менш поширені, тоді як полігонометрія, навпаки, в зв'язку з широким впровадженням електронного геодезичного обладнання, застосовуються все частіше [1].

Технічні вимоги до побудови геодезичної основи традиційними способами в Україні регламентуються відповідними нормативними документами України [2, 3, 4].

Тріангуляція. Тріангуляцією називають побудовані на місцевості фігури з трикутників, в яких виміряні всі кути і одна або, для цілей контролю, дві з боків. Вершини трикутників закріплюють підземними центрами і позначають наземними знаками - сигналами і пірамідами. В таких трикутниках за формулами тригонометрії легко знаходяться відсутні величини, що дозволяє обчислювати координати вершин трикутників [1].

Тріангуляційні мережі використовуються в якості основи для топографічних зйомок, для проведення розбивочних робіт, а також для спостережень за деформаціями будівель і споруд. Залежно від призначення геодезичної мережі, розмірів і форми об'єкта досліджень або будівництва форма тріангуляційних побудов, розміри сторін і точність вимірювань в тріангуляційних мережах можуть істотно різнитися.

На рисунку 1 наведені деякі типові схеми найпростіших тріангуляційних побудов. Виміряні сторони, базиси, позначені літерою *b*. В якості вихідних базисів і пунктів можуть бути використані сторони мереж більш високого класу (рис. 1 б, в).



а) ланцюжок трикутників б) геодезичний чотирикутник в) центральна система

Рис. 1. Типові схеми тріангуляційних побудов

Відмінною особливістю тріангуляційних побудов є мінімальний обсяг лінійних вимірювань, що було вагомим аргументом на користь тріангуляції за часів, коли електронні засоби вимірювання відстаней ще не були відомі.

Метод трилатерації. Метод трилатерації, як і тріангуляція передбачає побудову на місцевості геодезичних мереж з трикутних фігур у вигляді ланцюжків трикутників, геодезичних чотирикутників і центральних систем, в яких вимірюються не кути, а довжини сторін. Мережі трилатерації створюються для вирішення низки інженерно-геодезичних і спеціальних завдань і будуються у вигляді вільних мереж, що складаються з окремих типових фігур і їх комбінацій, або у вигляді суцільних мереж трикутників [5].

Базовою фігурою мережі трилатерації є трикутник з вимірюваннями сторонами *a*, *b* і *c* (рисунок 2).

Довжини сторін у фігурах трилатерації вимірюються електронними тахеометрами і світлодальномірами, а в мережах, що створюються в якості розбивочної основи при будівництві споруд, сторони вимірюються компарірованою рулеткою в 30 або 50 метрів.

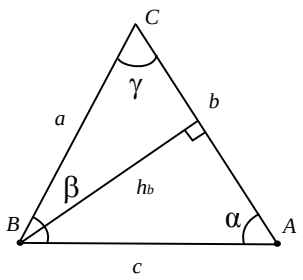


Рис. 2. Трикутник трилатерації

Недоліком мереж трилатерації з трикутників також є відсутність польового контролю якості вимірювань для кожної фігури. Відомо, що сума обчислених кутів трикутника завжди буде дорівнює 180° при будь-яких помилках вимірювання сторін, навіть при грубих промахах. У зв'язку з цим на практиці замість фігур з трикутників будують мережі з геодезичних чотирикутників.

Метод полігонометрії. Полігонометрію називають побудований на місцевості багатокутник, замкнутий або розімкнутий, в якому виміряні всі довжини сторін і горизонтальні кути при вершинах. Вершини такого багатокутника закріплюються на місцевості спеціальними підземними знаками [6].

Інженерно-геодезичні мережі з полігонометричних побудов сьогодні є найбільш поширеним способом створення опорних планових мереж, що обумовлено широким впровадженням в геодезичне виробництво електронних тахеометрів і світлодальномірів.

Розрізняють розімкнуті витягнуті та ламані полігонометричні ходи, які спираються на вихідні пункти і сторони з відомими дирекційний кутами.

У полігонометричній мережі слід передбачити мінімальне число порядків, обмежуючись, як правило, полігонометрії 4-го класу і 1-го розряду [6].

Лінійно-кутові мережі. Лінійно-кутові мережі визначаються як побудовані на місцевості, що примикають один до одного геометричні фігури з трикутників, чотирикутників і

центральних систем, в яких виміряні всі сторони і всі кути, або частина кутів і всі сторони, або ряд сторін і всі кути.

Лінійно-кутові мережі є найбільш точними геодезичними побудовами на місцевості, які містять в собі переваги як тріангуляції, так і трилатерації. Лінійно-кутова мережа в 1,3 - 1,5 рази точніше тріангуляції і трилатерації. У такій мережі точність її елементів практично не залежить від форми трикутників, істотно зменшується залежність між поздовжнім і поперечним зміщеннями, забезпечується досить жорсткий контроль кутових і лінійних вимірювань.

Вид і конфігурація інженерно-геодезичних планових мереж залежать від форми і розмірів території міста або селища, будівельного майданчика або об'єкта будівництва.

Література

1. Авакян В.В. Прикладная геодезия: технологии нженерно - геодезических работ. / В.В.Авакян. – М. Инфра – инженерия. 2016. – 588 с.

2. Постанова КМУ від 7 серпня 2013 р. № 646 Деякі питання реалізації частини першої статті 12 Закону України “Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність”.

3. Закон України "Про топографо-геодезичну та картографічну діяльність". [Електронний ресурс]. Редакція від 13.01.2010 р. Режим доступу: WWW URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1344-99-п/ed20120217 - 14.03.2019 р.

4. Геодезичні роботи у будівництві: ДБН В.1.3-2:2010. - [Чинний від 01.09.2010 р.] К.: Мінрегіонбуд України. 2010 р. 55 с. (Державні Будівельні Норми).

5. Зайцев А.К. Трилатерация. / А.К.Зайцев. М., Недра, 1989, 216 с.

6. Большаков В.Д. Городская полигонометрия (уравнивание и основы проектирования). / В.Д. Большаков, Ю.И. Маркузе. М., Недра, 1979. 278 с.

УДК: 528.421+528.489:624.21

Виноградeнко С.О., м. Харків, Україна
Державний біотехнологічний університет

КРАУДСОРСИНГОВА КАРТОГРАФІЯ: ВИКОРИСТАННЯ ВІДКРИТИХ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Стрімкий розвиток інформаційних і телекомунікаційних технологій, масове застосування геоінформаційних технологій для вирішення різноманітних завдань в різних галузях економіки спричинив кардинальні зміни в топографо-геодезичній і картографічній галузі, яка почала орієнтуватися на потреби так званого інформаційного суспільства, формування якого у світі й Україні зокрема зумовлене потребами часу. Сучасний етап розвитку геоінформаційних технологій характеризується переходом від картографічного до інформаційного підходу в технологіях збирання, оброблення та поширення геопросторових даних [1]. Перевагами використання відкритих даних для вирішення різних завдань є їх доступність й актуальність завдяки оновленню за краудтехнологіями. До недавнього часу відкриті дані не використовували для топографічного картографування, вони розвивалися незалежно від