

КОМПЛЕКСНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ І ВИСОТ ПУНКТІВ ПОЛІГОНОМЕТРІЇ

© Джуман Б.М., Котик З.О., Перович І.Л., 2002

Рассмотрен комплексный метод определения координат и высот пунктов полигонометрии в период неустойчивой температурной стратификации. Точность определения высот пунктов соответствует точности геометрического нивелирования III, IV классов.

The complex method for determination of position and elevation range leveling in the periods of unsteady stratification of temperature is considered. The precision of determination of elevation corresponds to the geometrical third, fourth – order leveling.

У сучасних умовах основними методами побудови опорних планово висотних мереж, особливо на забудованих, закритих і гірських територіях, є в плановому сенсі – полігонометрія і в висотному – геометричне нівелювання. Але відомо, що заміна геометричного нівелювання тригонометричним, може дати значний економічний ефект. Основною причиною, яка обмежує застосування тригонометричного нівелювання, є недостатня його точність, зумовлена похибками вимірювання зенітних відстаней, спричинених вертикальною рефракцією. На теперішній час розроблено багато різноманітних методів визначення вертикальної рефракції: метеорологічний, симетричний щодо моменту нейтральної стратифікації, двостороннього нівелювання, еталонного напрямку тощо, але з практичного погляду найефективнішим є флуктуаційний метод [1, 2], який дає можливість протягом нейтральної і нестійкої температурних стратифікацій, тобто майже весь світловий період дня одержувати надійні результати поправок в виміряні зенітні відстані, а також контролювати можливі впливи горизонтальної рефракції.

Отже, комплексний метод визначення координат і висот пунктів являє собою поєднання в часі методів світловіддалемірної полігонометрії і точного тригонометричного нівелювання з застосуванням флуктуаційного методу визначення кутів вертикальної рефракції і прогнозування впливу зовнішніх факторів на виміряні горизонтальні кути і відстані.

У роботах [1, 2] отримані формули для визначення кута рефракції флуктуаційним методом у вигляді

$$\delta''_{\beta} = \delta''_{\beta H} + 0,05 \sigma''_{\max} L^{1/2} h_e^{-1/2}, \quad (1)$$

де $\delta''_{\beta H}$ – кут рефракції при нейтральній температурній стратифікації; h_e – еквівалентна висота візирного променя; L – довжина траси; $\sigma''_{\max}$ – флуктуації кута проходу.

Еквіваленту висоту можна отримати за формулою

$$\frac{1}{h_e} = \frac{2}{L^2} \int_0^L \frac{1}{h} \ell d\ell, \quad (2)$$

Якщо візирний промінь проходить на однаковій висоті h над поверхнею землі, то $h_e = h$.

Кут рефракції при нейтральній температурній стратифікації обчислюють за формулою

$$\delta_{\beta H}'' = 8,13 \frac{P}{T^2} L(\gamma_A + \gamma_a^\odot), \quad (3)$$

де P – атмосферний тиск; T – абсолютна температура; γ_a' – градієнт температури в вологому повітрі.

Значення γ_a' вибирають з табл. 1 [3] за даними значень температури t і вологості насиченого повітря E .

Таблиця 1

Значення γ_a' град / 100 м

P	Температура t °C							
	– 40	– 20	– 10	0	10	20	40	60
1000 гПа	– 0,98	– 0,97	$l =$ – 0,96	$E/2$ – 0,95	– 0,93	– 0,89	– 0,76	– 0,62
1000 гПа	– 0,98	– 0,96	$l =$ – 0,96	E – 0,93	– 0,88	– 0,82	– 0,65	– 0,48

Для визначення флуктацій кута проходу σ''_{max} , бажано застосовувати теодоліти 1'' – 2'' точності з горизонтальним бісектором, ширину якого необхідно визначити в кутових секундах. Тоді значення σ''_{max} визначають при кожному візуванні як середнє арифметичне із різниці максимальних і мінімальних значень протягом 10 – 15 с. Крім цього, в “комплексному методі...” на кожному пункті полігонометрії вимірюють горизонтальні і вертикальні кути (зенітні відстані) і довжини сторін світловіддалемірами, а також висоти теодоліта і полігонометричних марок з точністю $\approx 1 - 2$ мм.

Для дослідження точності тригонометричного нівелювання в полігонометрії, виконували спеціальні польові вимірювання в ході 4 класу завдовжки 8 км. Еквівалентні висоти візирних променів не перевищували 3 м, а довжини сторін ходу коливались в межах від 200 м до 400 м.

Спостереження проводили при ясній погоді і слабкому вітрі. На кожному пункті полігонометрії вимірювали зенітні відстані і максимальні амплітуди коливань зображень (флуктації кутів проходу) σ''_{max} .

Візування виконували на верхні зрізи полігонометричних марок, встановлених на переносних штативах. Висоти інструмента і марок виміряли стальною рулеткою з точністю до $\sim 1 - 2$ мм.

Для дослідження точності визначення перевищень висоти полігонометричних пунктів були отримані методом геометричного нівелювання II класу.

За результатами польових вимірювань комплексним методом обчислювали перевищення для виміряних зенітних відстаней Z виправлених кутом рефракції σ''_{max} за формулою (1). Результати досліджень наведені в табл. 2.

З результатів табл. 2 видно, що для виміряних Z , нев'язка ходу у вісім разів більша, ніж для виправлених за рефракцією зенітних відстаней.

Отже, при використанні комплексного методу визначення координат і висот пунктів полігонометрії в періоди нестійкої температурної стратифікації, точність визначення висот пунктів відповідає точності геометричного нівелювання III, IV класів.

Таблиця 2

**Перевищення для виміряних зенітних відстаней Z
виправлених кутом рефракції $\sigma''_{\max}$**

Метод нівелювання	Кількість сторін	Сума перевищень, м	Нев'язка ходу, м
Геометричне нівелювання II класу	–	28,810	
Тригонометричне нівелювання п. полігонометрії			
а) для виміряних зенітних відстаней	17	28,938	+ 0,128
б) для виправлених за $\sigma''_{\max}$ зенітних відстаней	17	28,826	+ 0,016

Цей метод з успіхом можна застосовувати на забудованих територіях населених пунктів, при виконанні кадастрових робіт, а також при інвентаризації магістральних трубопроводів, особливо в гірських районах і під час спостереження за деформаціями на аварійно-небезпечних ділянках.

1. Джуман Б.М. Теоретичні основи флуктуаційних методів визначення рефракції // Вісник геодезії та картографії. 2001. – № 2. С. 14 – 17. 2. Джуман Б.М. Флуктуаційний метод визначення вертикальної рефракції // Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. – Львів, 2001. – С. 10 – 13. 3. Джуман Б.М. Визначення адіабатичного градієнта температури в земній атмосфері // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Львів, 1999. – Вип. 59. – С. 9 – 15.