

ДОСЛІДЖЕННЯ ХОДУ ФОКУСУВАЛЬНОЇ ЛІНЗИ НІВЕЛІРА Dini 22

© Перій С.С., Рій І.Ф., 2011

Проведены экспериментальные исследования хода фокусирующей линзы цифрового нивелира Dini 22. Полученные результаты указывают, что точность перефокусировки конкретного нивелира находится в пределах точности отсчета.

The experimental researches of the motion of the focusing lens of the digital level Dini 22 are done. The received results show that the precision of re-focusing of the specific level is within the precision of the measuring.

Постановка проблеми. Використовуючи спосіб геометричного нівелювання “вперед”, візування виконують на рейки, які встановлені на різних віддаль від приладу, тому важливо знати конструктивні особливості нівеліра, а саме правильність ходу фокусувальної лінзи під час фокусування на різні віддалі до рейки. Нівелювання способом із “середини” [1; 2] усуває похибки за перефокусування зорової труби в процесі нівелювання на станції під час виконання умови дотримання рівності плечей. Але в деяких випадках виконання нівелювання із середини не можливе. Запропонований спосіб нівелювання “вперед–назад” [6, 7] частково компенсує похибки за перефокусування зорової труби за рахунок двосторонніх спостережень.

Зв'язок із науковими та практичними завданнями. Для забезпечення точного будівництва, монтажу, експлуатації високотехнологічних і унікальних споруд та обладнання, а також для інших не менш важливих завдань часто застосовують спосіб геометричного нівелювання “вперед”, де виконують перефокусування зорової труби нівеліра для визначення перевищення на станції спостереження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, присвячених вирішенню проблеми. Дослідження ходу фокусувальної лінзи зорових труб розглянуто в [3, 4], де запропоновано створити компаратор на достатньо рівній місцевості радіусом 50 м, що є доволі проблематичним вибором. Кут негоризонтальності візирного променя i в [3] не враховано, оскільки допускається, що він попередньо виправлений. У [4] визначення кута i та похибки ходу фокусувальної лінзи виконують, використовуючи спрощений спосіб найменших квадратів із введенням поправок за кривину Землі та нормальної складової вертикальної рефракції.

Невирішені частини загальної проблеми. Величина неправильного ходу фокусувальної лінзи зорової труби впливає на положення осі візування нівеліра і, своєю чергою, на результати відліків. Особливо похибки внаслідок зміни положення фокусувальної лінзи будуть відчутні в способах геометричного нівелювання, де необхідно проводити перефокусування зорової труби в процесі визначення перевищення (спосіб нівелювання “вперед”).

Постановка завдання. Проведення досліджень ходу фокусувальної лінзи електронного нівеліра. Дослідити вплив перефокусування зорової труби конкретного нівеліра на визначення перевищення способом “вперед”.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження ходу фокусувальної лінзи в нівелірах полягає у визначенні відхилень між вимірними перевищеннями за різних довжин плечей нівелювання з використанням перефокусування зорової труби та з точно визначеними перевищеннями, отриманими методом із середини, тобто з однаковими плечами, де перефокусування виключається.

Для точного визначення контрольних перевищень між закріпленими точками можна використати сам досліджуваний нівелір або більш високоточний, застосувавши спосіб нівелювання зі “середини”.

$$a_{gunn} = a_{gum} + \Delta a_{kr} \text{ ,} \quad (1)$$

де $a_{\text{вим}}$ і $a_{\text{випр}}$ – відповідно виміряний і виправлений відлік по рейці; Δa_{kr} – сумарна поправка за кривину Землі та рефракцію; d – відповідна горизонтальна віддаль від нівеліра до рейки.

Точність відлічувань переважно залежатиме від точності відлікового пристрою нівеліра та правильності й надійності встановлювання рейки на контрольних точках. Рейки бажано встановлювати за вивірем рівнем та утримувати у вертикальному положенні за допомогою спеціальних підпор.

Дослідження ходу фокусувальної лінзи нівеліра Dini 22 виконували з комплектом складованих штрихкодів рейок. Бажано було б такі дослідження провести з комплектом інварних рейок.

Прийнявши в наближенні, що відлік на першу точку є безпомилковим, опрацюємо ряд вимірів Δh залежно від віддалі до точки, на яку виконували фокусування і виміри, застосувавши метод найменших квадратів. Для згладжування випадкових відхилень приймемо прямолінійну залежність зміни різниці перевищень від віддалі. Так отримаємо систему рівнянь поправок:

яку перетворимо на систему нормальних рівнянь з двома невідомими:

Розв'язок системи (4) дає визначення коефіцієнтів лінійної регресії:

$$\left. \begin{aligned} K &= \frac{n \sum_{i=1}^n (d_i \Delta h_i) - \sum_{i=1}^n d_i \sum_{i=1}^n \Delta h_i}{n \sum_{i=1}^n d_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n d_i \right)^2} \\ b &= \frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_i \sum_{i=1}^n d_i^2 - \sum_{i=1}^n (d_i \Delta h_i) \sum_{i=1}^n d_i}{n \sum_{i=1}^n d_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n d_i \right)^2} \end{aligned} \right\} . \quad (5)$$

Результати дослідження ходу фокусувальної лінзи нівеліра Dini 22

№ ТОЧКИ	Віддаль до ТОЧОК, м	Δh , мм	$K\Delta S$ -b, мм	V, мм
1	2,28	0,00	-0,08	0,08
2	6,00	-0,05	0,01	-0,06
3	9,30	-0,10	0,09	-0,19
4	12,21	0,20	0,16	0,04
5	21,80	0,53	0,39	0,14
6	31,66	0,59	0,63	-0,04
7	41,59	0,92	0,87	0,05
8	51,54	1,24	1,11	0,13
9	62,13	1,19	1,36	-0,17
10	72,73	1,55	1,62	-0,06
11	82,71	2,00	1,86	0,14
12	92,71	2,04	2,10	-0,07

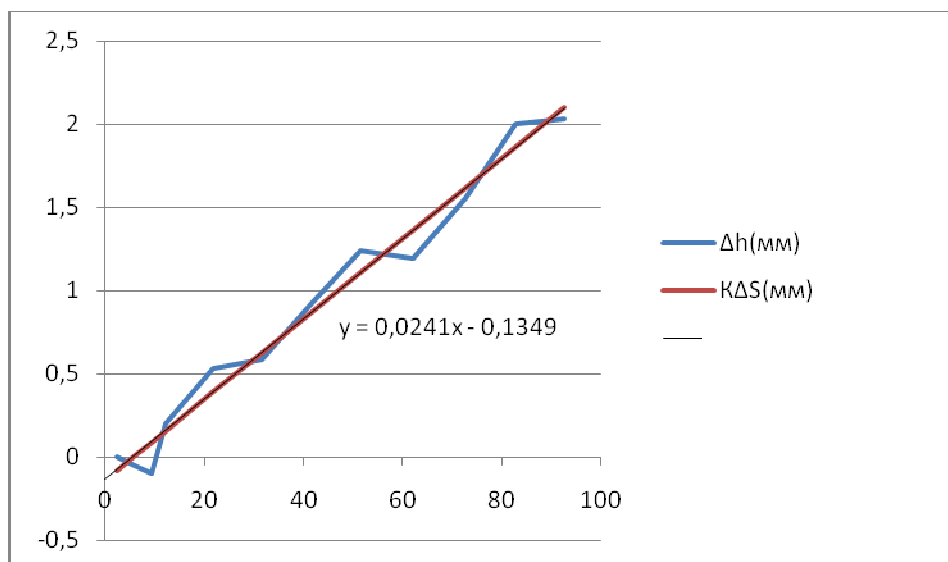


Рис. 1. Результати експериментальних досліджень ходу фокусувальної лінзи електронного нівеліра Dini 22 та апроксимація ряду спостережень лінійною функцією за методом найменших квадратів

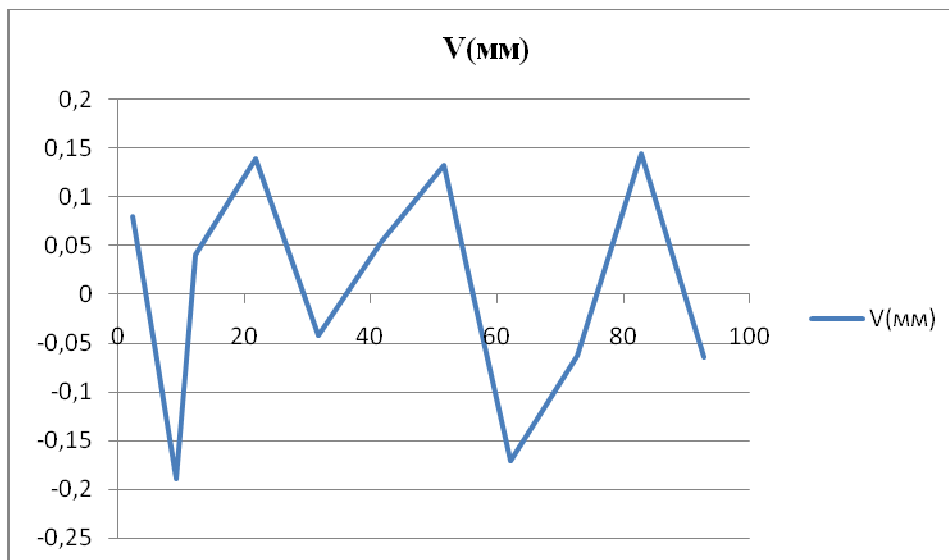


Рис. 2. Випадкові похибки фокусування зорової труби нівеліра залежно від довжин плечей нівелювання

Знайдемо найімовірніше значення кута i'' :

$$i'' = K\rho'' = 4,97'' , \quad (6)$$

а похибки V_i знаходять як відхилення від лінії регресії (див. рис. 1). Вони характеризують вплив рухів фокусувальної лінзи на результати вимірювання перевищень (див. рис. 2).

Середньоквадратична похибка ходу фокусувальної лінзи, за даними таблиці, становить $m_{\text{фок}} = 0,12 \text{ мм}$, що відповідає точності відлічування нівеліра Dini 22 з комплектом складуваних штрихкодів рейок.

Висновки. Дослідження похибки ходу фокусувальної лінзи цифрового нівеліра Dini 22 показали, що похибка практично відсутня і відповідає точності відлічування складуваних штрихкодів рейок.

1. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов. – М. : Недра, 1990. – 175 с.
2. Павлів П. В. Проблеми високоточного нивелирования / П. В. Павлів. – Львов : Вища шк., Изд-во при Львов. ун-те, 1980. – 124 с.
3. Селиханович В. Г. Геодезія / В. Г. Селиханович. – Ч. II – М. : Недра, 1981. – 544 с.
4. Островський А. Л. Геодезія / А. Л. Островський, О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський. – Ч. 2 – Львів : Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”, 2008. – 564 с.
5. Большаков В. Д. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений / В. Д. Большаков, Ю. И. Маркузе. – М. : Недра, 1984. – 352 с.
6. Патент. Україна, UA 41429 U? G01C 5/00. Спосіб геометричного нівелювання “Вперед, назад” / С.С. Перій ; заявник і патентоутримувач Львів. нац. аграр. ун-т. – №41429 ; зареєстр. в Держ. реєстрі патентів України на корисні моделі 25.05.2009.
7. Перій С. С. Експериментальні дослідження точності геометричного нівелювання способом “вперед-назад” / С. С. Перій // Геодезія, картографія і аерознімання : міжвід. наук.-техн. зб. / Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка.” – Л., 2010. – Вип. 73. – С. 45–52.