

УДК 528.3

С.С. Перій

Національний університет “Львівська політехніка”

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ НІВЕЛІРА-РЕФРАКТОМЕТРА

© Перій С.С., 2012

Предложен нивелир-рефрактометр основан на способе наблюдений изображений отсчетной шкалы в отвесно установленном плоском зеркальном отражателе, что позволяет непосредственно определять и учитывать поправки за рефракцию в результаты геометрического нивелирования. Создан лабораторный образец зеркального отражателя с установкой плоскости отражения в отвесное положение.

Proposed level – Refractometer bases on the method of observation of the reference image in the sheer scale of the established flat reflectors, which allows you to directly identify and take into account corrections for refraction results in geometric leveling. A laboratory sample mirror reflector with setting the reflection plane in aplomb.

Постановка проблеми. Врахування вертикальної рефракції під час виконання високоточного нівелювання залишається і сьогодні актуальною проблемою.

Зв'язок із науковими та практичними завданнями. Зростання вимог до точності побудови державних висотних мереж, спостережень на геодинамічних полігонах за деформаціями земної кори, будівництва та контролю за унікальними і прецизійними спорудами та високотехнологічного обладнання постійно вимагає вдосконалення методів високоточного нівелювання для підвищення точності й економічності процесу нівелювання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких вирішується проблема. У публікаціях [1–3] запропоновано спосіб визначення та врахування вертикальної рефракції з застосуванням плоского дзеркального відбивача. В основу способу покладена побудова зображення в прямовисно встановленому плоскому дзеркальному відбивачі з врахуванням заломлення променя візування за рахунок вертикальної рефракції та кривини Землі. У [4] запропоновано створити на основі вищезгаданого способу прилад “нівелір – рефрактометр”.

Невирішені частини загальної проблеми. Основною проблемою створення цього рефрактометра є розробка портативного дзеркального компенсатора для встановлення плоского дзеркального відбивача в прямовисне положення.

Постановка завдання. Створити лабораторний взірець нівеліра-рефрактометра, провести його дослідження та розробити рекомендації для подальшого його вдосконалення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Нівелір-рефрактометр складається з нівеліра та плоского дзеркального відбивача, який обладнаний пристроєм для встановлення його в прямовисне положення. Додатково для вимірювань, залежно від конструкції нівеліра, встановлюють шкалу (штрих), яку прикріплюють з боку до об'єктива нівеліра (не порушуючи властивостей об'єктива, шкалу чи штрих можна нанести на нього).

Теорія нівеліра-рефрактометра базується на способі визначення вертикальної рефракції [1;2].

Вимірювання вертикальної рефракції виконують за зображенням самого об'єктива нівеліра або штриха чи додаткової шкали, яка прикріплена до нього, у прямовисно встановленому плоскому

дзеркальному відбивачі, який розташовують у кінцевій точці плеча нівелювання. На рис. 1 показано хід променів зображення відлікової шкали, яка проектується на горизонтальний штрих сітки ниток зорової труби нівеліра після проходження атмосфери по лінії прямо і зворотно від відбивача.

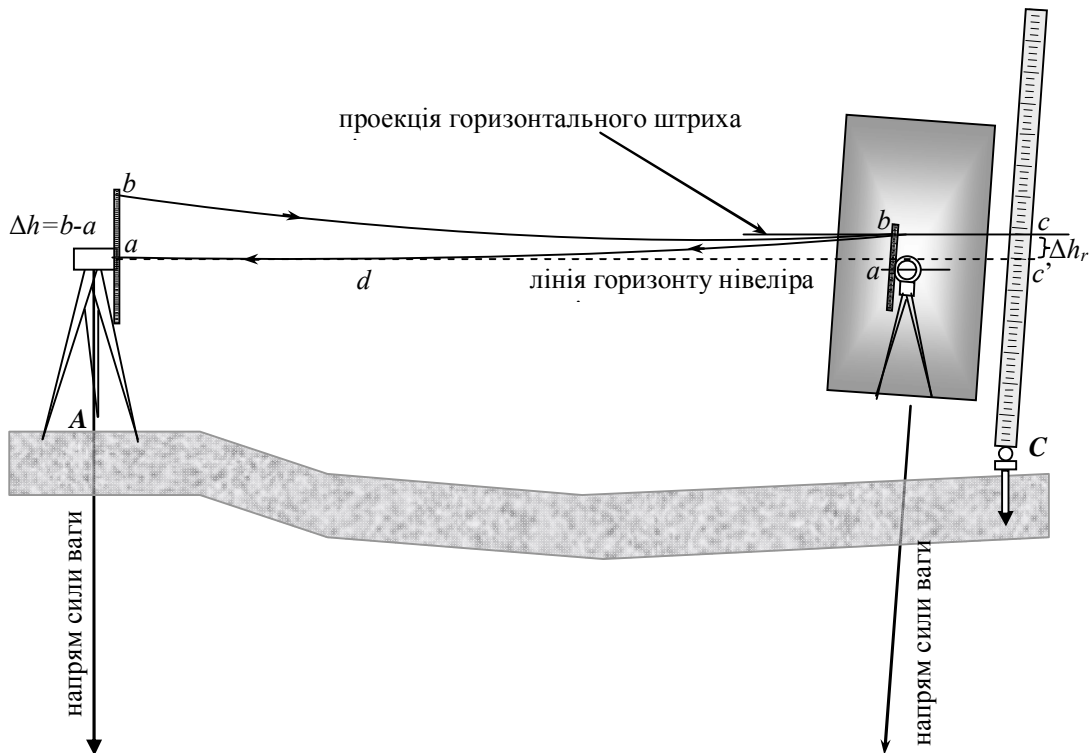


Рис. 1. Визначення вертикальної рефракції за допомогою прямовисно встановленого плоского дзеркального відбивача

Відхилення зображення центра об'єктива у плоскому, прямовисно встановленому дзеркальному відбивачі від положення горизонтального штриха сітки ниток вимірюють за допомогою мікрометра (для нівелірів з плоско-паралельною пластиною) введенням зображення об'єктива (додаткового штриха) в бісектор. Для нівелірів, не обладнаних мікрометром, відхилення вимірюють, використовуючи горизонтальний штрих сітки ниток нівеліра. Відлічування виконують у точці проектування горизонтального штриха сітки ниток на зображенні додаткової відлікової шкали, відображеної у плоскому дзеркальному відбивачі (рис. 2). Для цифрових нівелірів необхідно розробляти відповідну штрих-кодову шкалу.

Відхилення зображення центра об'єктива у вертикально встановленому плоскому дзеркальному відбивачі від проекції горизонтального штриха сітки ниток вивіреного нівеліра (кут негоризонтальності променя візування виключено) Δh залежить від значення вертикальної рефракції та кривини Землі [1;2] на відліковій шкалі.

Відхилення Δh обчислюють, застосовуючи відліки шкали

$$\Delta h = b - a = \Delta h_R - \Delta h_r = \frac{2d^2}{R_3}(1 - k), \quad (1)$$

де a – відлік по додатковій шкалі, що прикріплена до об'єктива нівеліра, який відповідає горизонтальній проекції його центра на ній ($a = 0$); b – відлік проекції горизонтального штриха сітки ниток нівеліра, приведеного в робоче положення, на зображенні додаткової шкали у прямовисно вставленому плоскому дзеркальному відбивачі; d – горизонтальна віддаль від нівеліра до прямовисно встановленого плоского дзеркального відбивача; R_3 – радіус кривини Землі.

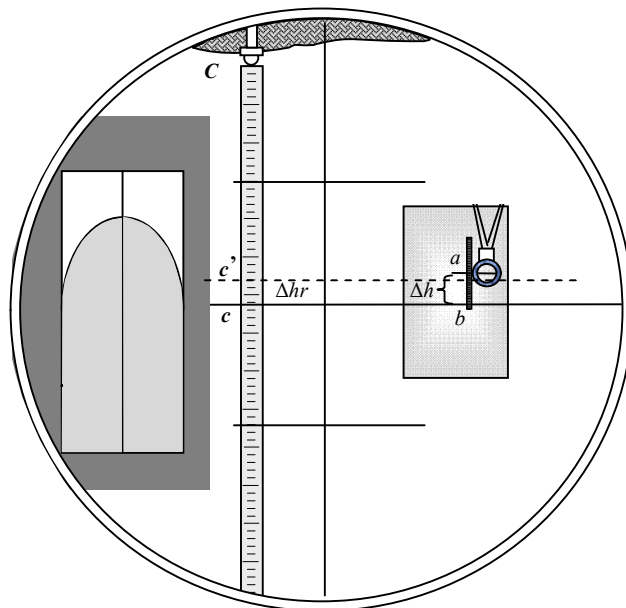


Рис. 2. Поле зору нівеліра-рефрактометра

Зміщення зображення центра об'єктива, побудованого у плоскому прямокутно встановленому дзеркальному відбивачі, від лінії горизонту нівеліра за рахунок кривини Землі обчислюють за формулою

$$\Delta h_R = \frac{2d^2}{R_3}, \quad (2)$$

а зміщення зображення за рахунок вертикальної рефракції –

$$\Delta h_r = \frac{2kd^2}{R_3}, \quad (3)$$

де k – інтегральний коефіцієнт вертикальної рефракції на момент спостереження.

Інтегральний коефіцієнт вертикальної рефракції k , використовуючи відхилення Δh , обчислюють за формулою [1;2]

$$k = 1 - \Delta h \frac{R_3}{2d^2}. \quad (4)$$

Поправку за вертикальну рефракцію Δh_r у відлік по рейці, яка встановлена поряд із відбивачем розраховують, використовуючи такі залежності:

$$\Delta h_r = \frac{kd^2}{2R_3} = \frac{d^2}{2R_3} - \frac{\Delta h}{4}. \quad (5)$$

За необхідності розрахунку кутової величини вертикальної рефракції r'' використовують формулу

$$r'' = \frac{r''d}{2R_3} - \frac{\Delta h}{4} \frac{r''}{d}, \quad (6)$$

де $r'' = 206264,8$.

Вільний від вертикальної рефракції відлік c' обчислюють, використовуючи поправку Δh_r (5)

$$c' = c + \Delta h_r. \quad (7)$$

Правильний відлік, як видно з рис. 2, розташований на лінії, що практично збігається з центром об'єктива, якщо не враховувати правки за кривину Землі.

Створений дослідний лабораторний взірець дзеркального відбивача (рис. 3), який складається з плоского дзеркала, яке вільно підвішене, а внизу прикріплений тягарець з можливістю зміни центра ваги. Юстування дзеркального відбивача з встановлення відбиваючої площини у прямовисне положення виконувалось за допомогою теодоліта Theo 010В шляхом вимірювання зенітних віддалей на центр об'єктива та зміщенням центра ваги тягарця. Прямовисне положення відбиваючої поверхні відповідає вимірній зенітній віддалі $90^{\circ} 00' 00''$ на центр зображення об'єктива теодоліта у дзеркалі.



Рис. 3. Лабораторний взірець дзеркального відбивача з прямовисно встановленою відбиваючою поверхнею

Виконати експеримент з вимірювання вертикальної рефракції в польових умовах не вдалося за неможливості погасити коливання вільно підвішеного дзеркального відбивача. Розглядається можливість застосування магнітного та рідинного компенсаторів.

Висновки. Запропонований і створений лабораторний взірець нівеліра-рефрактометра. Відзначено складність у погашенні коливань дзеркальної поверхні, яка встановлена у прямовисне положення.

1. Пат. України на винахід № 93647. (19)UA, (51) МПК (2009), G01C 5/00. Спосіб визначення вертикальної рефракції. / Перій С. С.; опубліковано 25.02.2011, Бюл. №4. 2. Перій С. С. Вимірювання вертикальної рефракції із застосуванням плоского дзеркального відбивача / С. С. Перій // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2011. – Вип. 74 – С. 38–43. 3. Перій С. С. Безпосереднє вимірювання вертикальної рефракції / С. Перій // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GNSS- і GIS-технології: 36. наук. доп. XVII Міжн. наук.-техн. симпоз. (Алушта, верес. 2012). – Л., 2012. – С. 65–68. 4. Перій С.С. Нівелір-рефрактометр / С. С. Перій // Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. “Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та природокористуванні” (м. Ужгород, 24–27 жовтня 2012 р.):– Ужгород, 2012. – С.109–111.