

уронемерных наблюдений и особенно спутниковой альтиметрии. Исследование этого парадокса должно быть продолжено.

1. Богданов В.И., Кравченкова Т.Г., Малова Т.И., Маринич М.А., 2002. Изменения уровня Ладожского озера по наблюдениям 1859- 2001 гг, на Валааме // Докл. РАН. Т.386, № 5. С. 672-675.
2. Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Мишин А.В., Передерин В.П., 2004. Исследование деформационных процессов земной коры с использованием спутниковых технологий// Исследования в области геофизики. К 75-летию ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта. М.:ОИФЗ РАН. С. 336-343.
3. Галаганов О.Н., Гусева Т.В., Передерин В.П., 2005. Результаты изучения современных движений земной коры на территории Балтийско-Ладожского региона России// Геодезія, картографія і аерофотознімання. № 66. Львів: «Львівська політехніка». с. 121-125.
4. Никонов А.А. Современные движения земной коры Фенноскандии // Совр. движ. земной коры № 5. Тарту, 1973. С. 66-71.
5. Прилепин М.Т., Мишин А.В., Кабан М.К., Баранова С.М., 2002. GPS изучение геодинамики Балтийского щита // Физика Земли, № 9. С. 49-58.
6. Энман С.В. Современные вертикальные движения земной поверхности на Карельском перешейке и близлежащих территориях// Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отделение геол., 2006. Т. 81. Вып. 6. С. 23- 32.
7. Boy J. -P., 2008. личное сообщение.
8. Petrov L., Boy J.-P., 2004. Study of the atmospheric pressure loading signal in VLBI observations// J. Geophys. Res., 10, 1029/2003. JB002500. Vol. 109. No. B03405.

УДК 528 П29

І. Петлюк, Т. Шевченко

Львівський інститут Сухопутних військ НУ „Львівська політехніка”,
інститут геодезії НУ „Львівська політехніка” (м.Львів, Україна)

ВИМІРЮВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНОЇ РЕФРАКЦІЇ ЗАСТОСУВАННЯМ ВІДБИВАЮЧИХ ПРИСТРОЇВ

© Петлюк І., Шевченко Т., 2009

В статье рассмотрен новый способ измерения вертикальной рефракции с использованием отражающих приборов. Он дает возможность упростить существующие способы та средства непосредственного определения вертикальной рефракции и повысит точность ее измерения .

The new way of measuring of vertical refraction with application of refraction devices is considered in the article. It helps to simplify methods and means of immediate determinations of vertical refraction and to raise the accuracy its measuring.

Постановка проблеми. Способи і засоби безпосереднього визначення вертикальної рефракції є предметом вивчення і дослідження не одне десятиліття [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Їхня досконалість має відповідати досягнутим на свій час технологіям дослідження та досягненням приладобудування. В наш час проблема дуже загострилася у зв'язку з необхідністю високоточних геодезичних вимірів в геодезичних мережах, що створюються на геодинамічних полігонах та під час встановлення унікального технологічного обладнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій дає підстави стверджувати, що одним із шляхів вирішення цієї проблеми є визначення вертикальної рефракції, як нівелірної рефракції. На однорідній горизонтальній поверхні на оптимальній для нівелювання віддалі встановлюють нівелір і рейку, періодично відлічують її у нівелірі і за зміною відліків у часі визначають величину вертикальної рефракції [8].

В однорідному рефракційному полі лінійну величину рефракції можна визначати згідно із залежністю

$$r = \frac{1}{2} \cdot \frac{L^2}{R_c} \quad (1)$$

де: L – довжина візирного променя нівелювання; R_c – радіус кривої, якою поширюється світло.

Очевидно, величина рефракції r пропорційна квадратові довжини візирного променя, зокрема нівелірного. Простіше і точніше визначати рефракцію під час високоточного нівелювання. Наводять нівелір на рейку, періодично відлічують її і за зміною відліків у часі визначають величину рефракції.

Проте, у цьому виді нівелювання візирні промені не можуть бути довгими. Довжину візирного променя 30...50м під час високоточного нівелювання вважають оптимальною. За таких довжин візирного променя потрібно зафіксувати зміну відліку рейки у часі, яка складає від декількох десятих часток міліметра до декількох міліметрів. Це власне і є величиною рефракції у лінійній мірі за зазначеної довжини візирного променя нівелювання. Позаяк зміни відліку такі незначні, утруднюється відлічування рейки і визначення рефракції. Збільшення довжини візирного променя нівелювання зменшує точність відлічування рейки.

Отже, метою даної статті є спрощення нині існуючих способів та засобів безпосереднього визначення вертикальної рефракції і підвищення точності її вимірювання.

Пропонується спосіб визначення вертикальної рефракції[9], який відрізняється від нині існуючих тим, що встановлюють на однорідній горизонтальній поверхні рейку рядом з нівеліром, а навпроти рейки на однаковій оптимальній для нівелювання віддалі від нівеліра і рейки встановлюють прямовисно плоский дзеркальний відбивач, при цьому у нівелірі здійснюють відліки зображення рейки у відбивачі.

Промінь від рейки до відбивача проходить шлях удвічі більший у порівняно із тим, коли рейку відлічують безпосередньо. Відповідно і відхилення променя внаслідок дії вертикальної рефракції у часі буде удвічі більшим порівняно з тим, коли б рейку відлічували безпосередньо. Позаяк шлях візирного променя, тобто віддаль до відлічуваного зображення рейки у відбивачі порівняно із безпосереднім відлічуванням рейки буде удвічі більшою так само як величина рефракції, відлічити зображення рейки у відбивачі легше і простіше. Разом з тим визначається величина рефракції також буде удвічі більшою. Це дозволяє підвищити точність визначення рефракції.

На рис.1 подано зображена схема реалізації способу визначення вертикальної рефракції де: 1 – нівелір; 2 – зображення рейки у відбивачі, 3 – плоский дзеркальний відбивач; 4 – рейка у рейкотримачі.

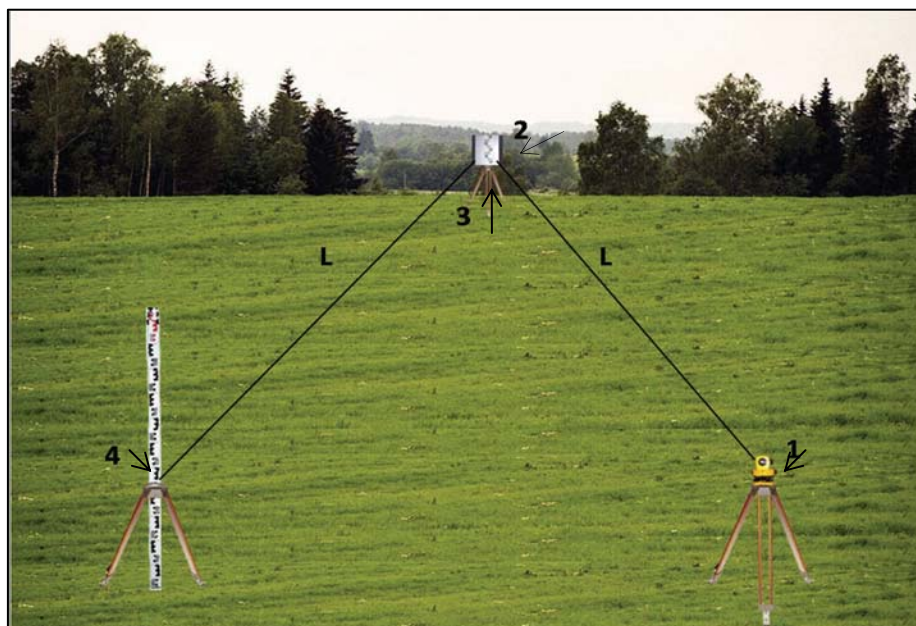


Рис.1 Схема реалізації способу визначення вертикальної рефракції

Спосіб визначення вертикальної рефракції реалізують так. Щоб уникнути зайвих сторонніх впливів, нівелювання виконують над однорідною горизонтальною поверхнею з незмінним альбедо, а вимоги до нівелювання повинні відповідати вимогам Інструкції до нівелювання I класу. Встановлюють на однорідній горизонтальній поверхні високоточний нівелір, а поряд нівеліра на відстані (3-5м) у рейкотримачі встановлюють прямовисно рейку. На оптимальній від нівеліра віддалі L (30...50м) навпроти рейки встановлюють прямовисно плоский дзеркальний відбивач. Наводять нівелір на зображення рейки у плоскому дзеркальному відбивачі. Відлічують у нівелірі зображення рейки у відбивачі і за зміною відліків у часі визначають величину рефракції.

Спрощення відлічування і підвищення точності запропонованого способу визначення вертикальної рефракції досягають за рахунок того, що зміна відліку зображення рейки у відбивачі у результаті дії вертикальної рефракції удвічі більша від такого ж відліку безпосередньо рейки.

Наприклад, якщо у результаті дії вертикальної рефракції відлік безпосередньо рейки змінився на 0,2 мм (таку зміну загалом вловити складно), маховичок оптичного мікрометра для введення штриха рейки у бісектор слід повернути на чотири поділки. Зміна відліку зображення рейки у відбивачі за тих самих умов буде удвічі більшою, тобто 0,4 мм, які звичайно простіше зафіксувати, ніж 0,2 мм. Для введення штриха рейки у бісектор маховичок оптичного мікрометра слід повернути на вісім поділок. Щоб відлічити таку зміну відліку - 0,4 мм безпосередньо рейки, довелося б двічі відлічити маховичок оптичного мікрометра, тобто похибка відлічування збільшилася б удвічі.

Висновок.

Запропонований спосіб визначення вертикальної рефракції є одним із способів, який спрощує нині існуючі способи та засоби безпосереднього визначення вертикальної рефракції і підвищує точність її вимірювання, тим самим дає можливість вирішити проблему, яка в даний час загострилася у зв'язку з необхідністю високоточних геодезичних вимірів в геодезичних мережах, що створюються на геодинамічних полігонах та під час встановлення унікального технологічного обладнання.

1. Алексеев А.В., Кабанов М.В., Куштин И.Ф. *Оптическая рефракция в земной атмосфере (горизонтальные трассы)*. – Новосибирск: Наука, 1982. – 160 с. 2. Грейм И.А. *Исследование рефракции и ошибки дальномеров геометрического типа*. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1973. – 150 с. 3. Куштин И.Ф. *Рефракция световых лучей в атмосфере*. – М.: Недра, 1971. – 128 с. 4. *Учет атмосферных влияний на астрономо-геодезические измерения* /А.Л.Островский, Б.М.Джуман, Ф.Д.Заблоцкий, Н.И.Кравцов. – М.:Недра, 1990. – 235 с. 5. Яковлев Н.В. *Высшая геодезия*. – М.: Недра, 1989. – 446 с. 6. Яковлев Н.В. *К теории рефракции оптического луча при высокоточных геодезических измерениях разного состава* //Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1969. – с.10 – 16. 7. Wine B., Deiben D. *Возможности применения цифровой камеры для определения вертикальной рефракции* //Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2001. – № 2.– с.130 – 139. 8. Мороз О.І. *Визначення та врахування вертикальної рефракції під час геодезичних вимірювань: Монографія*. - Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”, 2003. – 59 с. 9. Мороз О.І., Островський А.Л., Петлюк І.В., Шевченко Т.Г. *Спосіб визначення вертикальної рефракції Патент на винахід №85808 від 25.02.2009р Державний реєстр патентів України. бюл.№4 – 4с.*