

УДК 528.3:551.5

СПОСІБ КОМПАРУВАННЯ ШТРИХКODOВИХ РЕЙОК

В. Літинський

Національний університет "Львівська політехніка"

С. Перій

Львівський національний аграрний університет

Ключові слова: цифрові нівеліри, штрихкодів рейки.

Постановка проблеми

Достовірні результати компарування нівелірних рейок є запорукою одержання правильних результатів нівелювання. Для якісного компарування нівелірних рейок, особливо тих, які використовують для I та II класів, потрібне спеціальне обладнання, відповідна методика та значні затрати часу на його виконання.

Похибки поділок та метрових інтервалів шкал рейок, що призначені для нівелювання I, II, III та IV класів, не мають перевищувати 0.1 (в горах 0.05), 0.2 (в горах 0.1), 0.5 та 1 мм відповідно [1]. Отже, похибка визначення цих інтервалів має бути хоч би у два-три рази меншою від значень цих похибок, тобто не повинна перевищувати 0.03, 0.06, 0.17 та 0.33 мм, відповідно.

Довжини поділок та вказаних інтервалів для штрихових чи шашкових рейок, які використовують у нівелюванні III та IV класів, можна визначити контрольним метром. Для I і II класів – на спеціальних компараторах МК-1.

Визначити довжини інтервалів кодових рейок складніше, бо кожна фірма-виробник для кожного типу нівелірів має свій набір кодів, який не подає у паспорті чи на запит споживача. Отже, невідомо, між якими штрихами потрібно виконувати вимірювання контрольним метром чи компаратором МК-1, і якою має бути віддаль між штрихами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Відомий спосіб компарування штрихкодів рейок, у якому для визначення довжин метрових чи дециметрових інтервалів застосовують лазерний інтерферометр Вьясіяля та цифровий нівелір [2]. Для цього закріплюють прямовисно на спеціальному блоці рейку, яку компарують і на віддалі декількох метрів від рейки встановлюють інтерферометр Вьясіяля та один або два цифрові нівеліри. Інтерферометром вимірюють віддаль до п'ятки рейки і одночасно відлічують рейку одним або двома цифровими нівелірами (рис. 1). Пересувають рейку вертикально уверх на потрібну величину і знову вимірюють інтерферометром віддаль до п'ятки рейки та одночасно відлічують рейку одним або двома нівелірами.

Різниця виміряних віддалей інтерферометром і різниця відліків рейки, отриманих одним або, як середнє, двома цифровими нівелірами, і є похибкою нанесення поділок штрихкової рейки.

Невирішені частини загальної проблеми

Компарування штрихкодів рейок зазвичай виконують фірми-виробники цих приладів, що створює труд-

нощі, якщо необхідне компарування рейок користувачами, тому що компарувати їх потрібно до початку кожного сезону польових робіт і після його завершення, тобто не менше від двох разів на сезон, а під час нівелювання I класу у горах ще й третій раз у середині сезону.

Якщо навіть буде відома абсолютна довжина відповідних інтервалів на рейці, масштаб носія інформації, що розташований у нівелірі, з часом може змінитися, наприклад, через старіння приладового давача зарядового зв'язку. Масштаб цього носія інформації, що розташований у нівелірі, є чутливим також до подряпин кодових елементів або до тіней на рейці тощо. Тому реальна довжина метра може не відповідати довжині, визначеній нівеліром.

Постановка завдання проблеми

Удосконалити спосіб компарування штрихкодів рейок визначенням будь-яких інтервалів рейок, що дало б змогу досягти потрібної точності визначення досліджуваних реальних (тих, що вимірює нівелір) довжин інтервалів, не використовуючи високошвидкісного обладнання.

Виклад основного матеріалу проблеми

Пропонується спосіб компарування штрихкодів рейок, що передбачає визначення довжин інтервалів штрихкодів рейок за допомогою цифрових нівелірів та контрольного метра. Спосіб полягає в тому, що збоку до вертикально розташованої штрихкової рейки прикріплюють контрольний метр. У пропонуваному способі компарування штрихкодів рейок за окуляром зорової труби цифрового нівеліра встановлюють зберігач відеоінформації, наприклад, цифровий фотоапарат, у якому одночасно спостерігають зображення штрихкової рейки, контрольного метра та сітки ниток у зоровій трубці цифрового нівеліра (рис. 2).

Після відлічування штрихкової рейки цифровим нівеліром записують зображення контрольного метра та горизонтального штриха сітки ниток зорової труби цифрового нівеліра в пам'ять цифрового фотоапарата та переписують його на комп'ютер. В комп'ютері вимірюють положення горизонтального штриха сітки ниток відносно найближчих штрихів контрольного метра. Пересувають нівелір або рейку разом з контрольним метром на потрібний інтервал та повторюють вищеписані дії. Обчислюють різницю відліків, отриманих цифровим нівеліром, і цю ж різницю, одержану за допомогою контрольного метра на комп'ютері, порівнюють їх між собою, прийнявши за істинне значення різницю, визначену на комп'ютері. Визначають похибку нанесення поділок рейки, яку використовують із цим нівеліром.

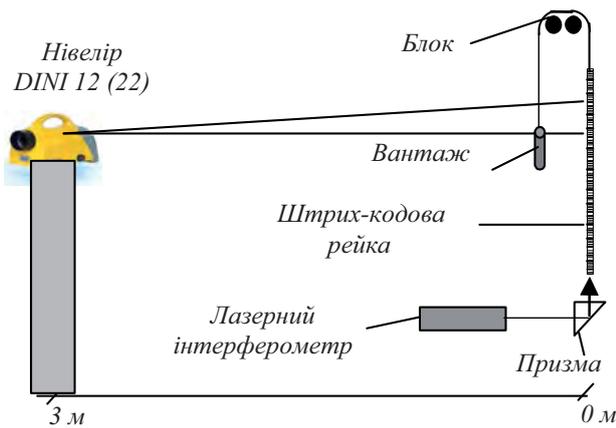


Рис. 1. Компарування штрихкодкових рейок

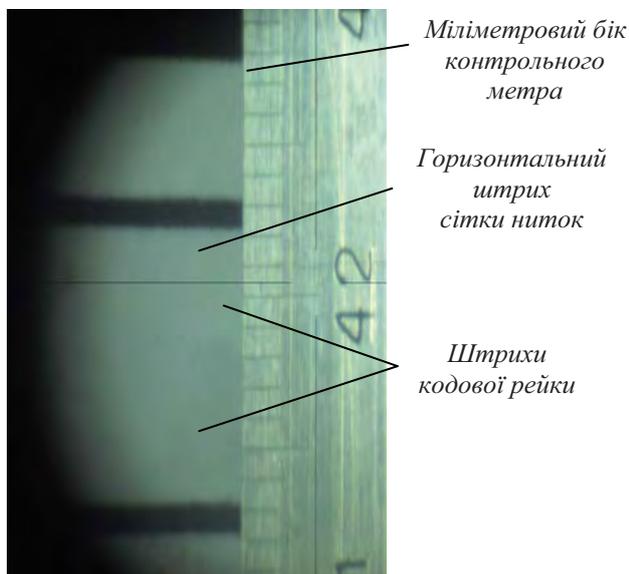


Рис. 2. Поле зору нівеліра зі штрихковою рейкою і контрольним метром

На переписаному у комп'ютері зображенні, яке зазвичай є збільшеним, вимірюють віддалі від штриха сітки ниток зорової труби цифрового нівеліра до верхнього і (для підвищення точності) до нижнього найближчих штрихів контрольного метра (їхніх осей) та знаходять середнє значення віддалі до верхнього штриха (його осі) контрольного метра.

Далі переміщують рейку, до якої нерухомо прикріплено контрольний метр, уверх на потрібний інтервал, і знову виконують аналогічні вимірювання.

Віддалі до штрихів спершу визначають у пікселях. Лінійна величина зображення пікселя для цифрового фотоапарата з цифровим нівеліром DiNi 22 на віддалі від рейки 5 метрів становить 0,005 мм. На рис. 2 віддалі до рейки – приблизно 3 м, а оптичне збільшення фотоапарата 10^X . Отже, віддалі від сітки ниток до верхнього штриха (його осі) контрольного метра визначають з граничною точністю у два піксели – 0.01 мм, що відповідає вимогам до рейок, які використовують у нівелюванні I класу. Застосовуючи метод, який запропонував R. Deriche [3], точність

визначення положення штриха сітки ниток зорової труби цифрового нівеліра відносно штриха контрольного метра можна збільшити до 0,1 пікселя, тобто гранична похибка визначення віддалі від штриха контрольного метра до штриха сітки ниток зорової труби цифрового нівеліра дорівнюватиме 0,001 мм.

Середнє квадратичне відхилення результатів звіряння вторинного еталона з первинним еталомом на інтерференційній установці для перевірки вимірвальних засобів у діапазоні 0,001 м до 50 м (ВЕТУ 01-03-05-98) у Харківському метрологічному інституті [4] не перевищує $(0.08+0.2L)$ мкм, де L – довжина, м. Якщо довжина один метр, середня квадратична похибка дорівнюватиме 0,0003 мм. Гранична точність, зважаючи на те, що знаходять різницю між двома штрихами, дорівнюватиме 0,001 мм, що повністю відповідає вимогам щодо компарування штрихкодкових рейок.

Точність відлічування рейок як середнє із десяти відліків на віддалі 3–5 метрів у приміщенні цифровим нівеліром DiNi 12, і навіть DiNi 22, не перевищуватиме 0.04 мм, що також відповідає вимогам до компарування рейок, які застосовують навіть у нівелюванні I класу. Як бачимо, і з використанням інтерферометрів, і у запропонованому методі найбільшою похибкою визначення довжини метра є точність відлічування рейок нівелірами.

Гранична точність визначення довжини інтервалу в запропонованому нами методі, без застосування методу R.Deriche, дорівнюватиме

$$\sqrt{0,01^2 + 0,04^2 + 0,001^2} \times \sqrt{2} = 0,04 \text{ мм.}$$

Похибка величини зміщення рейки, отриманої за допомогою контрольного метра на комп'ютері, є у чотири рази меншою, ніж ця ж величина, одержана нівеліром. Тому величина зміщення рейки, отримана за допомогою контрольного метра на комп'ютері, є істинною довжиною цього інтервалу стосовно визначеної за різницями відліків цифрового нівеліра.

Висновки

Запропонований спосіб компарування штрихкодкових рейок дає змогу виконувати дослідження штрихкодкових рейок з точністю, завдяки якій можна використовувати рейки навіть у нівелюванні I класу. Для цього не потрібне високоартісне та довготривале компарування рейок на фірмових установках, яке виконують лише у декількох країнах Європи.

Література

1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов / ГУГК при Совете Министров СССР. – М.: Недра, 1990. – 167 с.
2. Vytautas Giniotis, Donatas Rekus, Ceslovas Aksamitauskas. Calibration of coded levelling staffs. May 22–23, 2008. The 7th International Conference “Environmental Engineering” Selected Papers. – Vol 3. – P. 1310–1313.
3. Deriche R. Using Canny's criteria to derive a recursively implemented optimal edge detector. *Int. Journal of Computer Vision*, 1(2). – P. 167–187, 1987.
4. Тревого I.C. Стан і проблеми метрологічного забез-

печення лінійних вимірювань в Україні / І.С. Тревого, В.С. Купко, О.Л. Костріков, І.М. Цюпак // Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та природокористуванні : матеріали V Міжнар. наук.-практ. конференції 28–30 жовтня 2010 р. – Ужгород : УжНУ “Говерла”, 2010. – С. 6–11.

Спосіб компарування штрихкодів рейок

В. Литинський, С. Перій

Запропоновано спосіб компарування штрихкодів рейок за допомогою цифрової камери і контрольного метра, який забезпечує точність компарування рейок, що використовуються у нівелюванні I класу.

Способ компарирования штрихкодowych реек

В. Литинский, С. Перий

Предложен способ компарирования штрихкодowych реек при помощи цифровой камеры и контрольного метра, что обеспечивает точность компарирования реек, которые используются в нивелировании I класса.

Method of calibration of bar coded rodes

V. Litynskyi, S. Periy

A method of bar-coded rodes calibration with help of a digital camera and control meter that provides accurate calibration of rodes used in 1st class leveling.

Видавництво Львівської політехніки пропонує



За заг. ред. проф. А. Л. Островського ГЕОДЕЗІЯ

Підручник / Частина друга / А. Л. Островський,
О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський.

Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. 564 с.

Формат 170 x 240 мм. Тверда оправа

ISBN 978-966-553-820-2

Затвердило Міністерство освіти і науки України

Вперше зроблено спробу не тільки детально розглянути відсутні у попередніх підручниках питання теорії електронних приладів, методів супутникової геодезії, а й достатньо повно описати найсучасніші автоматизовані прилади та методи створення геодезичної основи карт та планів, виконання топографічного знімання територій дистанційними методами, розв'язання на основі планів, карт та спеціальних геодезичних вимірювань найширшого спектра наукових та інженерних задач у різноманітних галузях та в обороні країни.

Багато питань у підручнику розглянуто значно ширше, ніж вимагає програма вищого навчального закладу. Тому він може бути корисний інженерам-геодезістам, аспірантам, викладачам геодезії ВНЗ, коледжів та загалом допоможе знайти дорогу у світ геодезичної науки.

Волосецький Б. І.

ГЕОДЕЗІЯ У ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ

Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки,

2008. 288 с. Формат 145 x 200 мм. М'яка обкладинка.

ISBN 978-966-553-701-4

Рекомендувало Міністерство освіти і науки України

Розглянуто інженерно-геодезичні роботи, які забезпечують користування природними ресурсами, методи визначення їх параметрів і характеристик. Аналіз точності топографічної інформації та геодезичних побудов розглядається у зв'язку з реалізацією проєктів використання певних видів природних ресурсів. Докладно описані методи і засоби польових вимірювань, наведено методики їх опрацювання та аналіз точності одержаних результатів. Детально розглянуто специфіку робіт з інвентаризації територіальних та господарських земле-, водо-, лісокористувань, оцінки окремих ділянок.

Описано методику геодезичних робіт для реалізації проєктів протиерозійного захисту земель, розглянуто зміст геодезичного забезпечення рекультивациі порушених земель.



Книги можна замовити за адресою: вул. Ф. Колесси, 2, корп. 23А, м. Львів, 79000
тел. +38032 2582146, факс +38032 2582136, ел. пошта: vmr@vlp.com.ua, <http://vlp.com.ua>