

побудови 3D-моделей місцевості. Системи управління, навігації та зв'язку. Харків, 2019. Вип. 1(53). – С. 3–16.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ТОЧНІСТЬ НІВЕЛЮВАННЯ

Шангіна А.А.

(науковий керівник Урдзік С.М.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Практична корисність будь-якого вимірювання визначається зазначенням його похибки, тобто кількісної характеристики відхилення результату вимірювання від істинного значення вимірюваної фізичної величини. Абсолютно точно виміряти яку-небудь величину неможливо, по-перше, через те, що не можна виготовити прилади, які давали б абсолютно точні значення; по-друге - через те, що наші органи чуття недосконалі.

Виникнення похибок вимірювань обумовлено впливом різноманітних за фізичною природою факторів, що супроводжують вимірювання. Традиційний аналітичний підхід до визначення похибок полягає в їх поділі на складові, кожна з яких зумовлена певними факторами. Це дозволяє досліджувати джерела складових похибки, проводити необхідні експерименти, в тому числі допоміжні вимірювання, і, як наслідок, визначати властивості похибки та з необхідною точністю оцінити її складові. Знаючи властивості й оцінки складових, можна правильно врахувати їх при оцінці повної похибки, а також за необхідності ввести поправку в результат вимірювання й організувати вимірювальний експеримент так, щоб звести окремі складові, а з ними й повну похибку до допустимого значення. Для підвищення об'єктивності оцінки похибок вимірювань і визначення шляхів їх зменшення, з метою покращання якості вимірювань, необхідно знати причини

виникнення різних складових повної похибки вимірювань і закономірності їх змінювання.

Фактори, що впливають на точність геодезичних вимірювань можна поділити на внутрішні (інструментальні) та зовнішні. До внутрішніх можна віднести клас точності геодезичного обладнання, правильність його налаштування, точність взяття відліків та інші. До зовнішніх відносяться: складність рельєфу та ситуації ділянки, на якій проводиться вимірювання, погодно-кліматичні умови, час доби та ще ряд чинників, які не завжди враховуються при зйомці та обробці геодезичних спостережень, але можуть значно вплинути на достовірність кінцевого результату.

На точність визначення перевищень впливають численні фактори, серед яких основними є: вплив кривизни Землі і рефракції атмосфери; невиконання головної умови нівеліра; похибки відліків по шкалах рейок; похибки установки зорової труби; похибки в нанесенні ділень шкал рейок та ін. Розглянемо вплив кривизни Землі і рефракції атмосфери, та невиконання головної умови нівеліра.

Розпочнемо з кривизни Землі і рефракції атмосфери. Різні види і прояви рефракційних електромагнітних хвиль, обумовлені викривленням траєкторії поширення цих хвиль і супутні всіляким геодезичним вимірам.

Візирні промені, проходячи в атмосфері через шари повітря, що мають різну щільність, викривляються, відхиляючись в бік земної поверхні. Похибка в відліку, викликана впливом рефракції атмосфери: $r = (Z_2 - Z_1)$, $r = (I_2 - I_1)$, де r - стабільна похибка під впливом рефракції атмосфери.

Якщо умови вимірювань стабільні для візирних променів в напрямках A і B , то можна вважати, що при симетричній схемі вимірювань похибка через рефракції атмосфери виключається в різниці відліків, як і при впливі кривизни Землі. Однак практично в зазначених напрямках

рефракція може виявитися різною, в зв'язку з чим виникає похибка, яку практично неможливо врахувати у вимірюваному перевищенні. При високоточних вимірах, наприклад, для ослаблення зазначеної похибки нівелювання виконують в ранкові та вечірні години, коли рефракція атмосфери мінімальна і стабільна.

Часто похибки k (k - мінімальна похибка під впливом рефракції атмосфери) і r об'єднують і визначають загальну похибка впливу кривизни Землі і рефракції.

Наведемо в якості порівняльних характеристик значення похибок k і r та сумарною похибки f (мм) для радіуса Землі $R = 6371,11$ км і різних відстаней L (м) від нівеліра до рейки (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення похибок в залежності від відстані

L	100	200	300	400	500	600	700	800
k	0,0078	0,196	0,785	3,14	7,06	12,56	19,62	78,45
r	0,0011	0,027	0,110	0,44	0,99	1,76	2,75	10,99
f	0,0067	0,169	0,675	2,70	6,07	10,80	16,87	67,49

Як видно з цієї таблиці, вже при відстані 100 м похибка через вплив кривизни Землі становить майже 0,8 мм. Похибка через вплив рефракції атмосфери має знак, зворотний знаку похибки через кривизни Землі, в зв'язку з чим загальна похибка відхилення відліку від істинного менше, ніж k .

При нівелюванні з середини (при симетричній схемі) $r_3 = r_{II}$, тобто ці похибки виключаються з значення отриманого перевищення, а при нівелюванні вперед r_3 значно менше r_{II} , що призводить до похибки у визначенні перевищення.

Далі розглянемо вплив кривизни Землі.

На фізичній поверхні Землі на відстані L знаходяться точки A і B , перевищення між якими дорівнює h .

Встановимо нівелір точно посередині між точками A і B і візьмемо відліки по рейках, вважаючи, що

світловий промінь в напрямку візирної осі поширюється в атмосфері прямолінійно. Для правильних відліків по рейках було б вимагати, щоб світловий промінь проходив по рівній поверхні, яка визначається висотою приладу. В цьому випадку перевищення між точками буде відповідати істинному його значенням:

$$h_{ict} = Z_2 - П_2$$

Насправді ми маємо:

$$h_1 = Z_1 - П_1 .$$

Очевидно, що для симетричній схеми похибки в відліку по рейках $Z_1 = Z_1 - Z_2$ і $П_1 = П_1 - П_2$, які визначаються впливом кривизни Землі, будуть однаковими, оскільки $L_A = L_B$.

Тобто, при нівелюванні вперед Z_1 значно менше $П_1$, в зв'язку з чим похибка $П_1$ практично повністю входить в значення вимірюваного перевищення.

Отже, похибка при нівелюванні може бути визначена практично з будь-якою точністю з урахуванням еліптичності Землі, тобто з урахуванням параметрів референц-еліпсоїда Красовського.

Наступним фактором є невиконання головної умови нівеліра.

Якщо в нівелірі не виконується головна умова, тобто після установки нівеліра в робоче положення візирний промінь займе не горизонтальне положення, а буде відхилений від нього на кут i , то відліки по рейках будуть рівні Z_i і $П_i$. Різниця відліків характеризують похибка через невиконання головної умови нівеліра.

При нівелюванні з середини, при використанні симетричною схеми вимірювань, похибки в відліку по рейках через невиконання головної умови нівеліра будуть однаковими. При нівелюванні вперед перевищення буде містити систематичну похибку, якщо візирна вісь зорової труби не буде при вимірах збігатися з горизонтальною площиною.

Підсумовуючи сказане, зробимо наступний висновок: при нівелюванні з середини впливом кривизни Землі, рефракцією атмосфери, залишковим невиконанням головної умови нівеліра, як систематичними похибками, можна знехтувати (при дотриманні вимог встановленої методики вимірювань).

Література

1. Види похибок. Веб-сайт. URL: <https://buklib.net/books/35994/> (дата звернення 25.03.2020).
2. Основні джерела похибок нівелювання. Веб-сайт. URL: <http://um.co.ua/11/11-5/11-55643.html> (дата звернення 26.03.2020).
3. Рефракція. Веб-сайт. URL: <https://tochno-rostov.ru/useful/slovar-geodeziya/r/refraktsiya.html> (дата звернення 26.03.2020).
4. Урдзік С.М. Вплив рефракції на точність геометричного нівелювання. Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура. Х.: 2019. Вип. 1. С.194-196.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Швець В.М.,
Мазняк А.О.,
Вініченко Л.Р.,
Лабузов Ю. М.
(науковий керівник доц Мусієнко І.В.)
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

В сучасних умовах розвитку техніки та технології на стадії інженерно - геодезичних вишукувань велику роль