

УДК 528.517.089.6

ПРО ДОДАТКОВІ ВИМІРЮВАННЯ НА ЛІНІЙНОМУ БАЗИСІ

В. Андрушенко, В. Ващенко, Л. Поляковська, Є. Смірнов

Львівський національний аграрний університет

Ключові слова: базис, нівелювання.

Таблиця 2

Результати нівелювання з середини між двома найближчими точками

№ точки	1–2	2–3	3–4	4–5
<i>h</i> , мм	–0,90	–5,00	1,10	–0,40
№ точок	5–6	6–7	7–8	8–9
<i>h</i> , мм	–1,00	0,30	–1,00	1,00
№ точок	9–10	10–11	11–12	12–13
<i>h</i> , мм	–0,40	0,00	0,00	–0,40
№ точок	13–14	14–15		
<i>h</i> , мм	–0,10	–0,20		

Середня квадратична помилка становить 1,61 мм.

Таблиця 3

Результати нівелювання від т. 15 до т. 1

№ точок	1–2	2–3	3–4	4–5
<i>h</i> , мм	–1,50	–5,00	4,00	–5,00
№ точок	5–6	6–7	7–8	8–9
<i>h</i> , мм	–6,50	–6,70	–7,20	–6,0
№ точок	9–10	10–11	11–12	12–13
<i>h</i> , мм	–7,00	–6,00	–6,00	–7,30
№ точок	13–14	14–15		
<i>h</i> , мм	–8,40	–9,00		

Тут середня квадратична похибка становитиме $m = 2,50$ мм.

У табл. 4 наведено дані нівелювання від точки 1 до точки 15.

Таблиця 4

Результати нівелювання від т. 1 до т. 15

№ точки	1–2	2–3	3–4	4–5
<i>h</i> , мм	–1,80	–4,50	1,90	0,20
№ точок	5–6	6–7	7–8	8–9
<i>h</i> , мм	1,00	2,10	2,00	3,00
№ точок	9–10	10–11	11–12	12–13
<i>h</i> , мм	1,20	2,80	2,30	2,40
№ точок	13–14	14–15		
<i>h</i> , мм	2,60	2,10		

Середня квадратична похибка дорівнюватиме $m = 1,14$ мм.

У табл. 5 наведено середні значення перших двох варіантів.

Таблиця 5

Результати нівелювання з перших двох варіантів

№ точки	1–2	2–3	3–4	4–5
<i>h</i> , мм	2,22	–4,50	1,90	0,20
№ точок	5–6	6–7	7–8	8–9
<i>h</i> , мм	1,00	2,10	2,00	3,00
№ точок	9–10	10–11	11–12	12–13
<i>h</i> , мм	1,20	2,80	2,30	2,40
№ точок	13–14	14–15		
<i>h</i> , мм	2,60	2,10		

У 2009 р. на навчально-науковому геодезичному полігоні Львівського національного аграрного університету було побудовано лінійний базис другого розряду (рис. 1), призначений для метрологічної атестації різних геодезичних приладів. На ньому виконано деякі попередні спостереження.

Постановка проблеми

Для виявлення можливих висотних зміщень пропонується виконати циклічні спостереження, що сьогодні є актуальними. Восени 2015 р. виконано перші такі спостереження геометричним нівелюванням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Відомо, що одним з найефективніших методів дослідження виміральної техніки є її еталонування на стаціонарних взірцевих базисах [1–4].

Виклад основного матеріалу

Програмою спостережень передбачено п'ять варіантів вимірювання перевищень між точками базису. Перший варіант – нівелювання вздовж напрямку 15–1 (рис. 3), другий – у напрямку 1–15 (рис. 3), третій і четвертий варіанти – нівелювання із однієї станції із середини базису, як показано на рис. 4, п'ятий варіант – нівелювання із середини між двома сусідніми точками (рис. 5).

Для виконання програми використано перевірений нівелір НВ-1 і спеціальний пристрій – сталеву лінійку зі сферичним рівнем, прикріплену до станового гвинта з примусовим центруванням (рис. 2).

На рис. 6 показано поздовжній профіль базису (перевищення подано у мм).

У табл. 1 наведено перевищення між точками базису, виміряні електронним тахеометром.

На рис. 2 зображено пристрій, за допомогою якого виконувалось нівелювання точок.

Таблиця 1

Перевищення між точками, виміряні електронним тахеометром

№ точок	1–2	2–3	3–4	4–5
<i>h</i> , мм	–0,70	–5,50	+2,1	–0,10
№ точок	5–6	6–7	7–8	8–9
<i>h</i> , мм	–1,10	–0,20	–0,80	+0,30
№ точок	9–10	10–11	11–12	12–13
<i>h</i> , мм	–0,40	–0,30	+0,80	–0,60
№ точок	13–14	14–15		
<i>h</i> , мм	–0,30	–0,20		

Дані п'ятого варіанта, як найточнішого, наведено в табл. 2 – результати нівелювання з середини між двома найближчими пунктами (рис. 5).



Рис. 1. Панорамний знімок базису

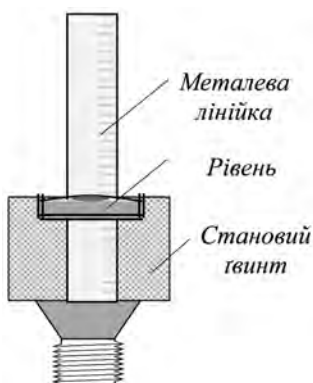


Рис. 2. Пристрій для вимірювань

Середнє значення середньої квадратичної похибки дорівнюватиме $m = 3,29$ мм.

Тепер розглянемо нівелювання з однієї точки із середини з лівого боку. Дані наведено у табл. 6.

Таблиця 6

Результати нівелювання з однієї точки з середини з лівого боку

№ точки	1-2	2-3	3-4	4-5
h , мм	-1,20	-5,40	1,40	-0,15
№ точок	5-6	6-7	7-8	8-9
h , мм	0,10	0,20	0,00	-0,80
№ точок	9-10	10-11	11-12	12-13
h , мм	0,30	-0,50	0,10	-0,20
№ точок	13-14	14-15		
h , мм	-0,60	0,20		

Середня квадратична похибка дорівнюватиме $m = 1,53$ мм.

Розглянемо нівелювання з однієї точки з середини з правого боку. Дані наведено у табл. 7.

Таблиця 7

Результати нівелювання з однієї точки із середини з правого боку

№ точки	1-2	2-3	3-4	4-5
h , мм	-0,60	-6,50	-5,40	-5,70
№ точок	5-6	6-7	7-8	8-9
h , мм	-6,50	-6,40	-6,80	-5,60
№ точок	9-10	10-11	11-12	12-13
h , мм	-7,20	-6,40	-6,50	-6,60
№ точок	13-14	14-15		
h , мм	-6,60	-6,50		

Середня квадратична похибка дорівнюватиме $m = 1,67$ мм.

Загальне нівелювання із середини дало результати, які наведені в табл. 8

Таблиця 8

Результати загального нівелювання із середини

№ точки	1-2	2-3	3-4	4-5
h , мм	-0,30	-3,40	-4,40	-5,05
№ точок	5-6	6-7	7-8	8-9
h , мм	5,78	-6,09	-6,44	-6,02
№ точок	9-10	10-11	11-12	12-13
h , мм	-6,61	-6,51	-6,50	-6,55
№ точок	13-14	14-15		
h , мм	-6,53	-6,56		

Середнє значення середньої квадратичної похибки становитиме $m = 0,31$ мм.

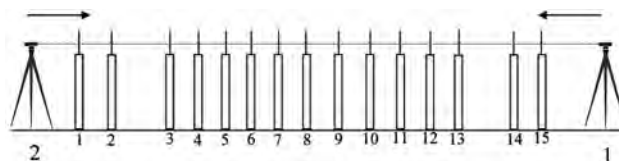


Рис. 3. Варіанти нівелювання 1, 2

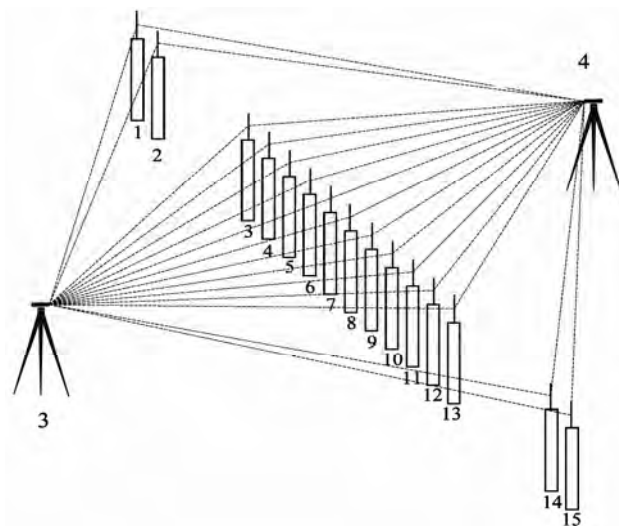


Рис. 4. Варіанти нівелювання 3, 4

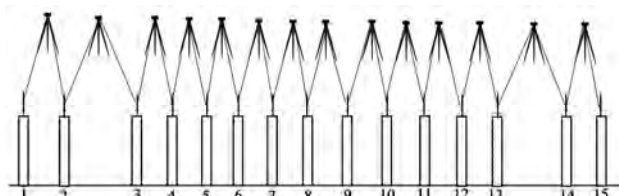


Рис. 5. Варіант нівелювання 5

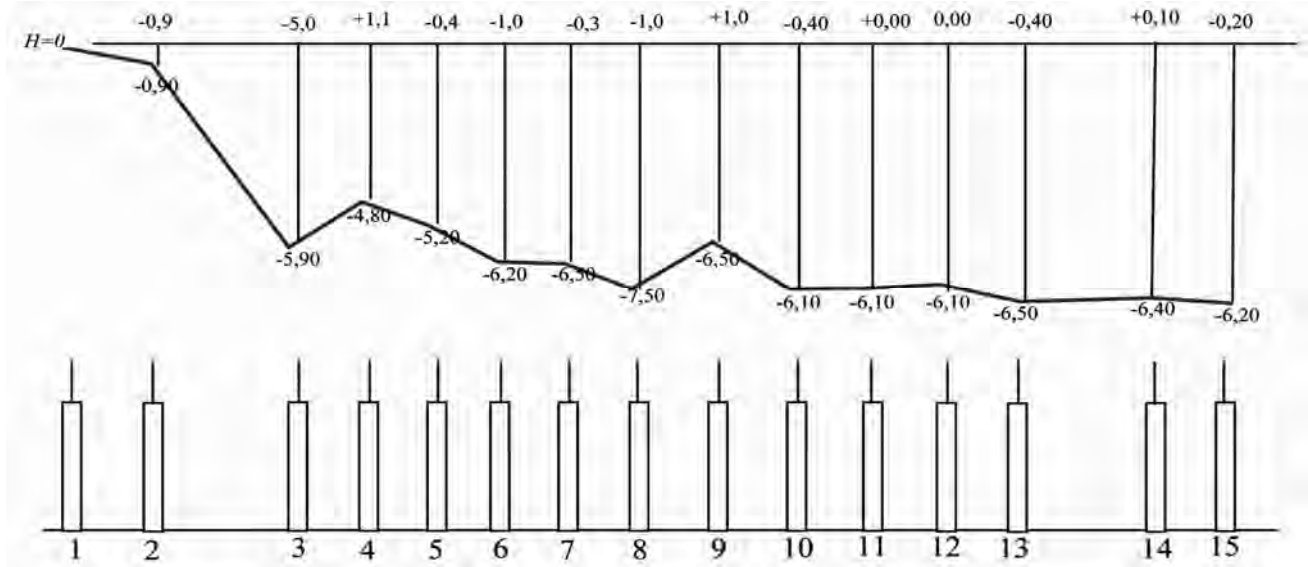


Рис. 6. Поздовжній профіль

Розглянемо вплив запропонованих методик (варіантів) спостережень, а саме:

- 1) відліки за напрямком;
- 2) відліки із середини

на результати спостережень.

Відомо, що головна вимога до геодезичних спостережень полягає в тому, щоб вони або не містили систематичних похибок, або щоб такі похибки були одного порядку і ними можна було знехтувати. Це означає, що точність спостережень характеризується однаковим параметром – середнім квадратичним відхиленням (стандартом) σ . Для цього дослідимо однорідність результатів спостережень за запропонованими методиками відносно центра групування (деякого середнього значення шуканої величини) за допомогою дисперсійного аналізу.

Перевірка гіпотези про рівність дисперсій двох нормально розподілених генеральних сукупностей в геодезичній практиці пов'язана з порівнянням точності різних методик спостережень. Очевидно, що найкращою буде та методика, яка забезпечує найменше розсіювання результатів вимірювань.

Таблиця 9

Значення істинних похибок спостережень

Методика	№ точки базису			
	1	2	3	4
1	-0,65	-0,45	-0,15	0,55
2	-0,10	-0,65	-0,30	-0,15
Методика	№ точки базису			
	5	6	7	8
1	0,10	0,50	-0,20	-0,20
2	0,05	-0,20	0,30	0,50
Методика	№ точки базису			
	9	10	11	12
1	-0,20	-0,20	0,10	0,40
2	-0,30	0,65	-0,10	0,25
Методика	№ точки базису			
	13	14		
1	0,40	0,10		
2	13	14		

Для перевірки гіпотези H_0 : у разі використання запропонованих методик систематичний вплив на результати вимірювань відсутній або одного порядку, а методики приводять до результатів однієї точності (альтернативна гіпотеза H_1 – систематичні впливи значні, методики не рівнозначні) – ми використали

критерій Фішера $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ для оцінювання різниці

між дисперсіями за фактором S_1^2 та залишкової S_2^2 для рівня значущості $\alpha = 0,01$ та $\alpha = 0,005$.

Величина F має F -розподіл (Фішера–Снедекора).

Розрахунки подано у табл. 10 та 11.

Таблиця 10

Розрахунок оцінок дисперсій

Компоненти дисперсії	Q	Кількість ступенів довільності	Оцінка дисперсії
Міжгрупова (за фактором)	0,321429	1	0,321429
Залишкова	4,074643	26	0,156717
Загальна	4,396071	27	0,162817

Таблиця 11

Розрахунок межі критичної області F_α

Рівень значущості α $P(F > F_\alpha) = \alpha$	$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$	F_α
0,01	2,051012	7,7213
0,02	2,051012	4,2252

З табл. 11 видно, що для всіх рівнів значущості $F < F_\alpha$.

Висновок

Можна стверджувати, що нульова гіпотеза H_0 приймається, тобто вплив описаних вище методик спостереження не спричиняє суттєвих систематичних похибок, оцінки дисперсій різняться внаслідок випадкових факторів, а використані методики приводять до результатів однакової точності.

Література

1. Ващенко В. Про створення лінійного базису / В. Ващенко, С. Перій, Є. Смірнов // Вісник Львівського національного аграрного університету: архітектура і сільськогосподарське будівництво. – Львів. нац. аграрн. ун-т. – 2011. – № 13. – С. 240–246.
2. Судаков С. Г. Основные геодезические сети / С. Г. Судаков. – М.: Недра, 1975. – 368 с.
3. Тревого И. С. Об эталонировании топографических светодальномеров / И. С. Тревого // Геодезия и картография. – 1987. – № 7. – С. 20–24.
4. Тревого И. С. О построении образцовых базисов и эталонировании светодальномеров группы “Т” / И. С. Тревого // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. – 1990. – Вып. 52. – С. 75–78.
5. Тревого И. С. Взірцеві базиси для еталонування світловіддалемірів / І. С. Тревого // Вісник геодезії та картографії. – 1995. – № 1. – С. 39–45.

Про додаткові вимірювання на лінійному базисі

В. Андрущенко, В. Ващенко,
Л. Поляковська, Є. Смірнов

У 2009 р. на навчально-науковому геодезичному полігоні Львівського національного аграрного універ-

ситету побудовано лінійний базис другого розряду, призначений для метрологічної атестації різних геодезичних приладів. На ньому виконано деякі попередні спостереження.

О дополнительных измерениях на линейном базисе

В. Андрущенко, В. Ващенко,
Л. Поляковская, Е. Смирнов

В 2009 г. на учебно-научном геодезическом полигоне Львовского национального аграрного университета создан линейный базис второго разряда, служащий для метеорологических аттестаций различных геодезических приборов. На нем проведены некоторые наблюдения.

Abm additional measurements on a linear basis

V. Andruschenko, V. Vashchenko,
L. Polyakovska, Je. Smirnov

In 2009 on educational and scientific geodesic polygon of Lviv National Agrarian University was built linear basis of 2nd category, intended for metrological certification of various surveying instruments. Some preliminary observations was made on it.

- методи і засоби польових вимірювань
- аналіз точності одержаних результатів, специфіка робіт з інвентаризації територіальних, господарських земле-, водо-, лісокористувань, оцінки окремих ділянок
- методика геодезичних робіт для реалізації проектів протиерозійного захисту земель

Волосецький Б. І.
Навчальний посібник.

Друге видання, доповнене.
Видавництво Львівської політехніки, 2012. 292 с.
ISBN 978-966-553-701-4

**Геодезичне забезпечення використання природних ресурсів**

- теоретичні і практичні аспекти геодезичного забезпечення розпланувальних та будівельно-монтажних робіт у спорудженні енергетичних та водогосподарських комплексів
- крім традиційних, висвітлюється використання нових технологій і засобів вимірювань та опрацювання

Волосецький Б. І.
Навчальний посібник.

Друге видання, доповнене.
Видавництво Львівської політехніки, 2015. 208 с.
ISBN 978-617-607-766-4

