

УДК 528.06:528.1

ПРО ВИБІР НОВИХ ВИХІДНИХ ПУНКТІВ СТАНЦІЇ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

В. А. Рябчій, В. В. Рябчій, М. Трегуб, О. Янкін

Державний вищий начальний заклад “Національний гірничий університет”

Ключові слова: вихідні пункти, зсувні процеси, локальна геодезична мережа, перерахунок координат, система координат

Постановка проблеми

Використання локальних геодезичних мереж для спостереження за зсувними процесами має деякі переваги над використанням державних, особливо у тих випадках, коли необхідно отримати точніші дані. Локальні геодезичні мережі, як правило, створюються для спостережень за інженерними спорудами або природними об'єктами. Деякі такі мережі створені у той час, коли про GNSS взагалі нічого не було відомо. У зв'язку із застосуванням сучасних глобальних навігаційних супутникових технологій та приладів постала проблема використання в одній локальній геодезичній мережі результатів попередніх вимірювань і результатів, одержаних з використанням сучасних супутникових приладів. У разі знищення первинних вихідних пунктів це стає особливо суттєвим питанням, коли необхідно виконати повторні геодезичні вимірювання, але з різних причин взаємної видимості між пунктами спостережень практично немає, а самі вимірювання можна виконати лише GNSS-приймачами. Також недоцільно не враховувати результати попередніх багаторічних спостережень, це може призвести до неповної характеристики зсувного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

У публікації О. Дишлика і С. Маркова [1] проаналізовано методи проведення геодинамічних спостережень за ґрунтовим масивом та історичною пам'яткою Судацька фортеця. Автори систематизували методи виконання геодинамічних спостережень, визначили методи оцінювання точності їх виконання. Також наведено приклад побудови геодинамічної мережі для пам'ятки Судацька фортеця.

У монографії А. В. Зуски [2] досліджено зсувні процеси на балках м. Дніпропетровська, зокрема на ділянці “Сокіл”. За результатами дослідження проведено моделювання змін ґрунтового масиву з часом станом на середину 1990-х років.

У статті М. Тищука і А. Гожія [3] вказано важливість сумісного використання різномірних спостережень, що описано у п'яти працях.

У роботі О. О. Ходи [4] визначено особливості проведення моніторингу з використанням GNSS-обладнання. Автор дослідив фактори, які істотно впливають на точність вимірювань, розробив пропозиції щодо прогнозування відповідних чинників. Також запропоновано програми проведення кампаній GPS-спостережень на геодинамічних полігонах з метою вивчення локальних деформацій земної кори.

За тематикою дослідження є інші важливі праці за цією темою визнаних фахівців С. П. Войтенка, С. Г. Савчука, І. С. Тревого, К. Р. Третяка, П. Г. Черняги та ін., але випадок втрати вихідних пунктів і визначення нових не наведено.

Постановка завдання

Мета роботи – визначення методики вибору нових “тимчасових” вихідних пунктів порівнянням довжин ліній між пунктами спостережень за результатами проведення сучасних геодезичних спостережень за допомогою GNSS-обладнання на природних зсувних схилах у м. Дніпропетровську, коли первинні вихідні пункти станції спостереження не збереглися.

Виклад основного матеріалу

Спостереження за зсувними процесами на природному схилі балки “Сокіл” у м. Дніпропетровськ виконувала кафедра геодезії Національного гірничого університету протягом 1984–1993 рр. Останній цикл спостережень проведено восени 1993 р. На рис. 1 наведено схему розміщення пунктів станції спостереження на цій ділянці.

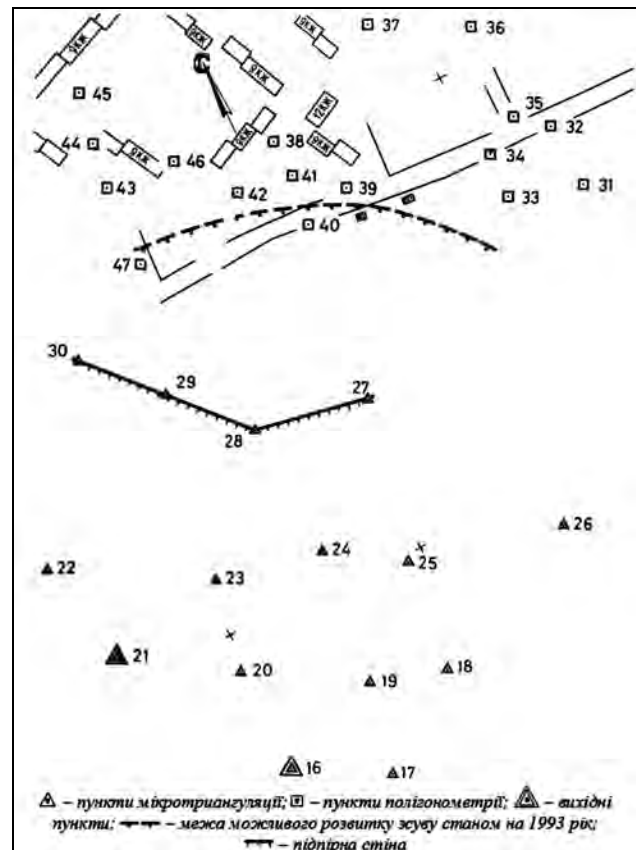


Рис. 1. Схема розміщення пунктів станції спостереження на ділянці “Сокіл” (осінь 1993 р.)



Рис. 2. Схема розміщення наявних пунктів станції спостереження на ділянці "Сокіл" (весна 2015 р.)

Таблиця 1

Результати планових та висотних зміщень пунктів 18, 19, 41

№ пункту / циклу	Координати пунктів, м			Відхилення від попереднього, мм			Планове зміщення, мм	Просторове зміщення, мм
	X	Y	H	X	Y	H		
18/1	83,642	375,013	134,045					
18/13	83,711	375,050	134,040	–	–	–	–	–
18/14	83,722	375,061	134,040	11	11	0	15,6	15,6
18/15	83,731	375,059	134,040	9	–2	0	9,2	9,2
18/16	–	–	134,044	–	–	4	–	–
18/17	–	–	134,045	–	–	1	–	–
19/1	103,024	301,505	136,652					
19/13	103,027	301,506	135,650	–	–	–	–	–
19/14	103,030	301,512	135,649	3	6	–1	6,7	6,8
19/15	103,038	301,509	135,651	8	–3	2	8,5	8,8
19/16	–	–	135,649	–	–	–2	–	–
19/17	103,032	301,506	135,654	–6	–3	5	6,7	8,4
41/1	574,703	432,351	129,944					
41/13	574,691	432,373	129,942	–	–	–	–	–
41/14	574,703	432,362	129,945	12	–11	3	16,3	16,6
41/15	574,701	432,365	129,943	–2	3	–2	3,6	4,1
41/16	–	–	129,945	–	–	2	–	–
41/17	574,738	432,366	129,946	37	1	1	37,0	37,0

Для виконання науково-дослідної роботи викладачі кафедри спроектували мережу мікротриангуляції, полігонометрії, а також визначили висоти пунктів спостереження за допомогою геометричного нівелювання II класу. Додатково на схилах балки закладено ґрунтові осадкові репери, але на осінь 1993 р. вони були практично втрачені. Вихідними пунктами цієї мережі були 16 і 20. Спостереження виконувались циклічно, два рази на рік.

Для призупинення зсувного процесу на відповідній території побудовано підпірну стіну та дренажну систему. На цій стіні також встановлено пункти спостереження. Величини зсуву цих пунктів спостережень дають підстави говорити про зменшення зсувного процесу загалом.

За особистою ініціативою викладачів кафедри геодезії у квітні 2015 р. виконано рекогностування місцевості. За результатами його проведення встановлено, що збереглись лише пункти станції спостереження, зображені на рис. 2, а деякі з них, зокрема і вихідні, були знищені.

Пункт 28 на підпірній стіні зберігся не повністю, залишилась лише його основа. Пункти 22, 23 і 24 втрачено у результаті розростання яру. Пункти 16, 17, 20 і 21 знищені внаслідок господарської діяльності людей.

Також за результатами рекогностування місцевості встановлено, що проведення робіт з використанням тільки електронних тахеометрів практично неможливе, оскільки відсутня взаємна видимість між пунктами станції спостереження. Тому прийнято рішення виконувати роботи з використанням геодезичних GNSS-приймачів Trimble R3.

Для отримання результатів, які можна порівнювати з попередніми циклами спостережень, необхідно було виконати перехід до локальної системи координат. Ідеальне розв'язання поставленої задачі було б можливе з використанням вихідної сторони мережі 21–16, але ці пункти знищені. Проаналізовано усі можливі комбінації вибору вихідних пунктів з тих, що залишилися, і з них відібрані найстабільніші пункти відповідно до наявних результатів геодезичних спостережень з 1984 до 1993 рр. Такими пунктами виявились 18, 19 і 41.

Для зменшення обсягу публікації наведемо зміни у координатах лише трьох пунктів 18, 19 і 41 з усіх проаналізованих. Зведені результати визначених координат і відміток пунктів за перший і п'ять останніх циклів та їх різниці наведено у табл. 1. За результатами геодезичних спостережень останнього (сімнадцятого) циклу 1993 р. порівняно з попередніми встановлено, що положення цих пунктів взагалі майже не змінилось.

У травні 2015 р. викладачі кафедри геодезії виконали спостереження на збережених пунктах станції "Сокіл". Базовий приймач було встановлено на пункті 41, де він працював протягом усього циклу спостережень на всіх пунктах. Спостереження на інших пунктах виконувались методом швидкої статистики. Час спостережень на пунктах варіювався від 25 до 35 хвилин залежно від геометрії сузір'я супутників.

У програмному забезпеченні Topcontools були переобчислені координати збережених пунктів станції

спостереження з WGS 84 у локальну систему координат, в якій проводились геодезичні спостереження за зсувними процесами у минулі роки.

Вибір нових вихідних пунктів виконувався у такій послідовності. Спочатку, за результатами GNSS-спостережень навесні 2015 р., були обчислені довжини ліній між усіма пунктами спостережень. Потім розраховували довжини тих самих ліній за результатами останнього циклу спостережень восени 1993 р. Після цього виконали порівняння усіх довжин ліній. Результати цього порівняння наведено у табл. 2 і на рис. 3.

Таблиця 2

Результати порівняння відстаней між пунктами станції спостереження

№ довжини	Відстань за результатами GNSS спостережень, м	Відстань за результатами спостережень останнього циклу 1993 р., м	Різниця між відстанями, м
18–19	76,025	76,043	-0,018
18–26	174,262	174,883	-0,621
18–27	269,190	269,830	-0,640
18–30	460,741	460,938	-0,197
19–26	236,679	237,425	-0,746
19–27	270,647	271,096	-0,449
19–30	415,245	415,481	-0,236
27–30	279,698	278,852	0,846
41–18	494,322	494,340	-0,018
41–19	489,482	489,521	-0,039
41–26	424,258	424,652	-0,394
41–27	225,232	224,585	0,647
41–30	269,867	269,664	0,203

Як видно з даних табл. 1 і рис. 3, з усіх можливих довжин ліній між пунктами спостережень найменше змінилися відстані між пунктами 41, 18 і 19.

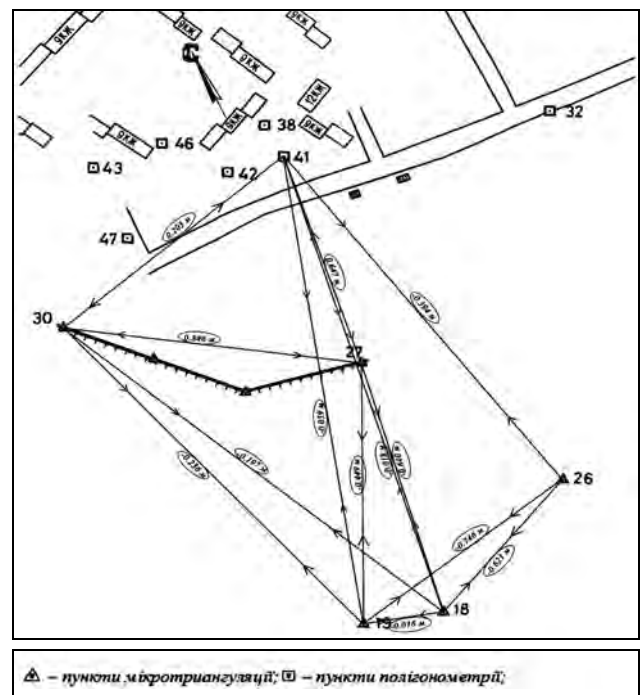


Рис. 3. Напрямки та величини змін відстаней між пунктами мережі на ділянці "Сокіл" (весна 2015 р.)

Оскільки пункт 41 та пункти 18 і 19 розташовані на різних сторонах балки, то з високою ймовірністю можна дійти висновку про стабільність саме цих пунктів і про те, що вони розміщені поза межами зсувного процесу. Але, як видно з різниць у довжинах між іншими пунктами, зсувний процес усе-таки триває.

Висновки та пропозиції

Узагальнюючи наведене вище, можна дійти таких висновків.

1. У разі втрати вихідних пунктів локальних мереж спостережень, для вибору нових вихідних пунктів пропонується застосовувати методику порівняння довжин ліній між усіма пунктами спостережень.

2. Застосування цієї методики надає можливість надалі використовувати результати спостережень минулих років.

Перспективою подальших досліджень є створення за межами балки базису, який буде визначений у Державній геодезичній мережі УСК-2000 та місцевій системі координат м. Дніпропетровська. Також повторні спостереження доцільно вести з використанням мультичастотних і мультисистемних GNSS-приймачів.

Література

1. Дишлик О. Геодинамічні спостереження за ґрунтовим масивом та пам'ятками Судацької фортеці / О. Дишлик, С. Марков // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2010. – Вип. 1 (19). – С. 140–145.
2. Зуска А. В. Кинематическая модель оползневых склонов: монография / А. В. Зуска; М-во образования и науки Украины, Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ, 2014. – 140 с.
3. Тишук М. Функціонування станції сумісних астрономічних, геодезичних і геофізичних спостережень у Степанівці // М. Тишук, А. Гожий / Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2015. – Вип. 1 (29). – С. 44–47.
4. Хода О. О. Спостереження супутників глобальної системи визначення місцеположення (GPS) для

геодинамічних та іоносферних досліджень в Україні: автореф. дис. ... канд. техн. наук за спец. 01.03.01 – астрометрія і небесна механіка / О. О. Хода. – 18 с.

Про вибір нових вихідних пунктів станції спостереження

В. А. Рябчий, В. В. Рябчий,
М. Трегуб, О. Янкін

Наведено результати математичного опрацювання сучасних геодезичних спостережень за зсувними процесами у м. Дніпропетровську на пунктах станції спостереження з втратою вихідних пунктів. Запропоновано методику визначення нових “тимчасових” вихідних пунктів порівнянням довжин ліній між пунктами спостережень.

О выборе новых исходных пунктов станции наблюдения

В. А. Рябчий, В. В. Рябчий,
Н. Трегуб, А. Янкин

Приведены результаты математической обработки современных геодезических наблюдений за оползневыми процессами в г. Днепропетровске на пунктах станции наблюдения при потере исходных пунктов. Предложена методика определения новых “временных” исходных пунктов путем сравнения длин линий между пунктами наблюдений.

The choice of the new basis points of monitoring stations

V. A. Riabchii, V. V. Riabchii,
M. Tregub, O. Yankin

The results of mathematical processing of modern geodetic observations of landslide processes in Dnepropetrovsk on points of monitoring stations at lost basis points. A new method of determining the “temporary” basis points by comparing the lengths of lines between points of observation.

