

А.Й. Віват, В.О. Літинський, В.М. Колгунов, І.Я. Покотило  
Національний університет “Львівська політехніка”

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ GNSS МЕТОДОМ У РЕЖИМІ RTK

© Віват А.Й., Літинський В.О., Колгунов В.М., Покотило І.Я, 2011

*Исследовано точность определения координат пунктов GNSS методом в RTK режиме приемником S82T производства SOUTH на учебно-научном геодезическом полигоне Национального университета “Львовська політехніка”. Определено пространственные координаты, нормальные высоты и расстояния между пунктами и сравнено их с такими же данными, полученными статистическим методом, геометрическим навелированием и измерениями расстояний штриховыми мерными приборами.*

*The accuracy of determining the coordinates of points by S82T SOUTH GNSS receiver in RTK method is investigated. Work was carried on educational and scientific geodesic polygon of NU LP. Spatial coordinates, normal height and distance between points are determined and compared with the same data obtained by static method, leveling and measurements of distances by dashed dimensional devices.*

**Постановка проблеми.** Більшість геодезичних робіт зводиться до визначення координат точки на місцевості з тією чи іншою точністю та подання їх у певній референційній системі координат у певній проекції і у певну епоху. Швидкий розвиток супутникових технологій зумовив можливість визначення абсолютних координат точки з точністю 1 см безпосередньо у польових умовах за короткий час. Таку точність та швидкість забезпечує режим супутникових визначень координат RTK (Real Time Kinematic), який реалізовується на основі двочастотного GNSS приймача та одиначної або мережі базових станцій [1]. Такий режим дає можливість використовувати методи супутникової геодезії у багатьох прикладних задачах, але питання однозначності одержаного розв’язку та зображення його у певній референційній системі координат залишається нез’ясованим [2].

Метою роботи є дослідження точності RTK режиму в мережі активних перманентних станцій, а саме:

- визначення перевищень та абсолютних висот;
- визначення віддалей без прив’язки до системи координат;
- визначення абсолютних координат з прив’язкою до певної системи координат.

**Аналіз досліджень.** Світова практика використання активних перманентних станцій розпочалась з 2000 р., де однією із перших була Німецька мережа активних перманентних станцій SAPOS [3]. На її основі опрацьовували принципи формування, інтерполювання та передавання диференційних поправок. З 2005 р. розпочали роботи зі створення мережі активних перманентних станцій Польщі – ASG-EUPOS, яка сьогодні повноцінно функціонує [4]. В Україні сьогодні створено три мережі, що передають диференційні поправки:

– ZAKPOS (Zakarpation position systems) на основі технологій Trimble, яка складається із 15 станцій та забезпечує VRS підрежим (virtual reference station), що дає можливість точніше змоделювати іоносферні та тропосферні затримки, врахувати параметри орбіт супутників. Покриває Західну частину території України [5].

– СКНОУ, Харків на основі технологій NovAtel, яка складається із 13 станцій і покриває всю територію України [6].

– NGCNET, Харків на основі технологій Leica-Geosystems, яка складається із 5 станцій і покриває Харківську область [7].

Технологію роботи в тій чи іншій мережі описано у роботах [8, 9].

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження виконували на Бережанському навчально-науковому геодезичному полігоні (далі – полігоні), який добре вивчений у планово-висотному положенні класичними методами з 1968 р. та супутниковими – з 1999 р. [10, 11, 12].

Під час GNSS кампанії 2011 р. виконано спостереження на 40 пунктах геодезичної мережі полігона в RTK режимі; також виконано статичні спостереження двогодинною сесією вибірково на чотирьох пунктах, стабільність положення котрих була сумнівною.

Спостереження в режимі RTK виконували на пунктах, просторові координати (B, L, H) яких визначено статичним методом двочастотними приймачами двічі – у 2007 та 2008 рр. – з прив’язкою до системи координат ETRS89 із середньою середньо квадратичною лінійною похибкою положення пункту  $m_{BL} = 0,026 \text{ м}$  і висотною похибкою  $m_H = 0,018 \text{ м}$  [12].

Для опрацювання виконаних статичних спостережень використовували професійний програмний продукт із урахуванням таблиць коливань фазових центрів антен та точних ефемерид. Прив’язування виконано до мережі ETRS89, використовуючи перманентну станцію Sulp (Львів). Середня квадратична похибка прив’язки за внутрішньою збіжністю становила:  $m_{BL} = 0,015 \text{ м}$ ,  $m_H = 0,025 \text{ м}$ . Нормальні висоти пунктів, на яких виконували спостереження, визначено із геометричного нівелювання III кл., а перевищення між ними – із геометричного нівелювання II кл.



#### Технічні характеристики SOUTH S82T

RTK режим, реальний час:

план –  $\pm 10 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$ ;

висота –  $\pm 20 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$ .

Статичний режим з пост-опрацюванням:

план –  $\pm 3 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$ ;

висота –  $\pm 5 \text{ мм} + 1 \text{ ppm}$ .

Рис. 1. Загальний вигляд приймача GNSS S82T виробництва SOUTH (Китай)

Дослідження виконували GNSS RTK приймачем S82T китайського виробництва SOUTH (рис. 1), який забезпечує можливість роботи в RTK режимі як від окремої референційної станції, так і від мережі базових станцій (зокрема VRS режим). Основним критерієм записування у пам’ять приладу визначених на пункті спостережень координат було одержання фіксованого розв’язку.

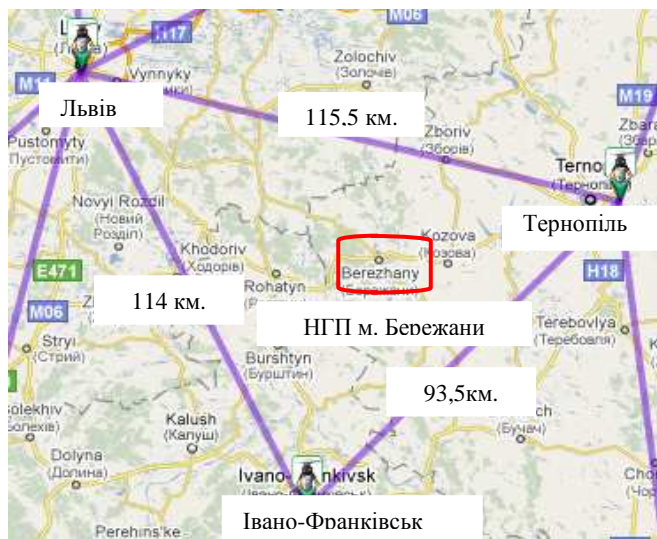


Рис. 2. Район робіт, та фрагмент мережі ZAKPOS

Виконані спостереження ґрунтувалися на мережі ZAKPOS. Це мережа активних перманентних станцій з обчислювальним центром у м. Мукачеве, Закарпатської області. Станції зафіксовані, видають поправки в системі координат ETRS-89 (European Terrestrial Reference System) і дозволяють працювати у західній частині території України із забезпеченням планово-висотної точності 1 см (рис. 2).

Під час роботи на пункті спостережень для точнішого визначення висоти антени над центром геодезичного знака її вимірювали геометричним нівелюван-

ням. Для цього обчислювали різниці відліків рейки, установлені спочатку на центр знака, а після установлення штатива – на верх підставки, в якій закріплювали приймач. Зауважимо, що для RTK режиму необхідно вказувати висоту до фазового центра антени, яка дорівнює різниці відліків рейки плюс висота фазового центра над підставкою (низом антени).

Отримані координати пунктів трансформували у триградусну зону, використовуючи проекцію Гавсса-Крюгера та 7 параметрів Гельметра. Геодезичні висоти трансформували у нормальні, використовуючи український квазігеоїд.

Порівняння координат, визначених двогодінною сесією статичним методом, виконаних у 2011 р., із 2007–2008 рр. наведено у табл. 1.

Таблиця 1

**Порівняння координат, визначених статичним методом,  
виконаних у 2011 р., із 2007–2008 рр. (система координат СК-63)**

Назва пункту	Абсциса x			Ордината y			Геодезична висота Н		
	x, м	x', м	$\delta = x - x'$	y, м	y', м	$\delta = y - y'$	H, м	H', м	$\delta = H - H'$
В-13	9,016	9,073	-0,057	9,984	9,956	+0,028	4,555	4,525	+0,030
В-14	6,514	6,531	-0,017	2,365	2,358	+0,007	1,697	1,661	+0,036
АС-1	2,215	2,228	-0,013	2,140	2,130	+0,010	4,398	4,373	+0,025
В-15	9,055	8,936	+0,119	3,874	3,849	+0,025	7,705	7,655	+0,050
С.к.п.			<b>0,067</b>			<b>0,020</b>			<b>0,036</b>
С.к.п. без В-13 та В-15			<b>0,015</b>			<b>0,009</b>			<b>0,031</b>

У табл. 1: x, y, Н – координати пунктів, одержані статичним методом під час спостережень 2011 р.; x', y', Н' – координати пунктів, отримані статичним методом 2007–2008 рр.

Аналізуючи дані табл. 1, бачимо істотну розбіжність координат пунктів В-13 та В-15. На нашу думку, це спричинено недосконалістю переходу до системи координат 1963 р.

Для підтвердження достовірності результатів виконаних статичних спостережень порівнюємо їх також із цими самими спостереженнями 2007–2008 рр. у просторовій прямокутній системі координат ETRS-89.

Таблиця 2

**Порівняння координат, визначених статичним методом,  
виконаних у 2011 р., із 2007–2008 рр. (система координат ETRS-89)**

Назва пункту	Координата X			Координата Y			Координата Z		
	X, м	X', м	$\delta = X - X'$	Y, м	Y', м	$\delta = Y - Y'$	Z, м	Z', м	$\delta = Z - Z'$
В-13	1,928	1,891	+0,037	9,649	9,614	+0,035	3,303	3,304	-0,001
В-14	7,876	7,852	+0,024	8,163	8,157	+0,006	4,758	4,732	+0,026
АС-1	9,023	9,007	+0,016	0,233	0,227	+0,006	1,475	1,456	+0,019
В-15	7,064	7,044	+0,020	6,309	6,271	+0,038	9,569	9,532	+0,037
С.к.п.			<b>0,025</b>			<b>0,026</b>			<b>0,025</b>

Як бачимо із результатів табл. 2, збіжність координат відповідає точності визначень.

Для оцінювання точності RTK режиму виконали спостереження у цьому режимі п'ятьма сесіями на пунктах, координати яких визначено статичним методом 2007–2008 рр. Результати порівняння опрацьованих спостережень подано у табл. 3.

Таблиця 3

**Порівняння координат, визначених у RTK режимі, із статичним  
2007–2008 рр. (система координат ETRS-89)**

Назва пункту	Координата X			Координата Y			Координата Z		
	X, м	X', м	$\delta = X - X'$	Y, м	Y', м	$\delta = Y - Y'$	Z, м	Z', м	$\delta = Z - Z'$

LAPS	3,015	2,997	+0,018	9,975	9,980	-0,005	7,055	7,013	+0,042
B-15	7,034	7,044	-0,010	6,290	6,271	+0,019	9,567	9,532	+0,035
AC-1	9,014	9,007	+0,007	0,223	0,227	-0,004	1,468	1,456	+0,012
B-13	1,889	1,891	-0,002	9,639	9,614	+0,025	3,279	3,304	-0,025
BAZA	7,442	7,448	-0,006	9,675	9,745	-0,070	7,865	7,868	-0,003
B-14	7,850	7,852	-0,002	8,132	8,157	-0,025	4,736	4,732	+0,004
Drb	9,227	9,241	-0,014	6,592	6,604	-0,012	9,353	9,338	+0,015
pp XIX	9,114	9,102	+0,012	8,176	8,173	+0,003	5,778	5,755	+0,023
pp 055	5,343	5,314	+0,029	0,647	0,635	+0,012	0,582	0,525	+0,057
pp 102	7,973	7,931	+0,042	4,026	3,975	+0,051	0,716	0,670	+0,046
pp 101	0,214	0,214	+0,000	5,821	5,825	-0,004	6,313	6,301	+0,012
AP-4	8,730	8,723	+0,007	1,361	1,369	-0,008	9,077	9,048	+0,029
С.к.п.			<b>0,017</b>			<b>0,028</b>			<b>0,030</b>

У табл. 3: X, Y, Z – координати пунктів, одержані у RTK режимі під час спостережень у 2011 р.; X', Y', Z' – координати пунктів, одержані статичним методом 2007–2008 рр.

Із результатів, поданих у табл. 3, бачимо, що найменша точність визначення координат – по осі Z.

Для дослідження точності визначення планового положення пунктів у RTK режимі – залежно від кількості сесій – спостереження виконано різною кількістю сесій. Оцінку точності визначення координат пунктів залежно від кількості сесій спостережень у RTK режимі із статичним подано в табл. 4.

У табл. 4:  $m = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$  мм – середня квадратична похибка положення пункту, яку обчислював прилад;  $M = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}$  мм – середня квадратична похибка положення пункту, обчислена за різницями середнього значення вказаної кількості сесій RTK і статичними даними координат пунктів полігона.

Таблиця 4

**Порівняння точності визначення координат пунктів  
залежно від кількості сесій спостережень у RTK режимі із статичним**

Назва пункту	Кількість сесій спостережень у RTK режимі													
	25		10		5		4		3		2		1	
	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M	m	M
	Середні квадратичні похибки обчислено у міліметрах													
LAPS	13	17	13	17	13	19	13	19	13	19	13	21	13	21
B-15	15	19	15	20	15	21	15	16	15	11	15	10	15	15
AC-1	-	-	-	-	24	08	25	06	25	08	28	11	26	14
B-13	-	-	-	-	15	25	15	26	15	28	15	29	16	32
BAZA	-	-	-	-	12	70	12	70	12	68	12	66	12	64
B-14	-	-	-	-	13	25	13	26	13	27	13	28	13	21
Drb	-	-	-	-	10	18	10	19	10	17	10	16	10	10
pp XIX	-	-	-	-	09	12	09	10	09	13	09	13	09	15
pp 055	-	-	-	-	12	31	12	30	12	31	12	28	12	33
pp 102	-	-	-	-	13	66	13	66	13	66	13	64	12	61
pp 101	-	-	-	-	09	04	09	05	09	07	09	06	09	12
AP-4	-	-	-	-	10	11	10	11	09	10	09	08	09	07

Аналізуючи одержані у табл. 4 результати, можна стверджувати, що після двох сесій спостережень істотного покращання точності немає.

Середнє значення с.к.п. планового положення пункту, яке визначається приладом за результатами трьох сесій, – завищене:  $m_{\text{сер}} = 14$  мм – і більше від реального ( $M_{\text{сер}} = 33$  мм) приблизно у два рази.

За результатами обчислень, поданих у табл. 4, можна зробити висновок, що с.к.п. визначення положення пунктів застосуванням RTK режиму (п'ятьма сесіями) порівняно із статичними даними не перебільшує 70 мм і у середньому дорівнює 26 мм.

На нашу думку, різниця лінійних похибок 66 мм на пункті 102 може бути зумовлена різними причинами. Передусім, похибками вихідних даних (пункт розташований близько до ріллі), а також умовами спостережень (під ЛЕП у дощову погоду) [13]; 70 мм на пункті BAZA – наявністю зовнішнього знака – залізної піраміди.

Для дослідження точності визначення віддалей (без прив'язки до системи координат) виконано вимірювання у RTK режимі на пунктах фазової ділянки взірцевого базиса полігона у прямому (1-2-3-...-12-13) та зворотному ходах. Лінійні інтервали базиса, прийняті за еталонні, відомі з вимірювань 2010 р. інварними рулетками та контрольним метром з точністю близько 0.5 мм.

Віддалі між 13 і 14 та 14 і 15 пунктами базиса, які також прийнято за еталонні, одержано із GNSS- визначень 2011 р. двочастотним приймачем двогодинною сесією у статичному режимі.

Віддалі із цих визначень обчислювали  $D_i = \sqrt{(\Delta X)_i^2 + (\Delta Y)_i^2 + (\Delta Z)_i^2}$ .

У табл. 5 наведено результати порівняння довжин ліній (інтервалів базиса), одержаних із вимірювань у RTK режимі (п'ятьма сесіями у прямому та зворотному ходах), із еталонними значеннями.

У табл. 5:  $D_0$  – віддалі (інтервали базиса), виміряні інварними рулетками і контрольним метром та (інтервали 13-14 і 14-15) обчислені із статичних вимірювань;  $D_{\text{RTK}1}$  – віддалі, обчислені із RTK режиму у прямому ході;  $D_{\text{RTK}2}$  – віддалі, обчислені із RTK режиму у зворотному ході.

Аналізуючи одержані у табл. 5 результати, можемо стверджувати, що точність визначення окремих віддалей у RTK режимі сягає 20 мм, а у середньому – близько 9 мм.

Таблиця 5

**Порівняння віддалей, визначених у RTK режимі, із еталонними**

№ з/п	Назва пункту	$D_0, \text{мм}$	$D_{\text{RTK}1}, \text{мм}$	$\delta_D = D_{\text{RTK}1} - D_0$	$D_{\text{RTK}2}, \text{мм}$	$\delta_D = D_{\text{RTK}2} - D_0$
1	B-1	1496,5	1490,1	-6,4	1514,1	+17,6
2	B-2	9984,5	9987,0	+2,5	9965,1	-19,4
3	B-3					
4	B-4	971,3	980,1	+8,8	977,3	+6,0
5	B-5	997,2	987,2	-10,0	995,2	-2,0
6	B-6	1000,5	1002,7	+2,2	993,3	-7,2
7	B-7	1002,3	1008,1	+5,8	1019,5	+17,2
8	B-8	1002,0	1004,6	+2,6	996,0	-6,0
9	B-9	1002,0	1000,7	-1,3	1007,4	+5,4
10	B-10	997,0	994,2	-2,8	1001,9	+4,9
11	B-11	997,7	1000,4	+2,7	1001,6	+3,9
12	B-12	1002,3	999,3	-3,0	1002,3	0,0
13	B-13	940,0	944,8	+4,8	924,0	-16,0
14	B-14	583783,8	583790,8	+7,0	583801,9	+18,1
15	B-15	2604459,6	2604458,9	-0,7	2604458,9	-0,7
		С.к.п.		5,1		11,2

Таблиця 6

**Порівняння нормальних висот та перевищень, одержаних у RTK режимі,  
із результатами геометричного нівелювання (Балтійська система-77)**

Назва пункту	$H_E, м$	$H_R, м$	$H_{Г\text{ком}}, м$	$\delta_H = H_R - H_{Г\text{ком}}, мм$	$h_E, м$	$h_R, м$	$h_{Г\text{ком}}, м$	$\delta_h = h_E - h_{Г\text{ком}}, мм$	$\delta_h = h_R - h_{Г\text{ком}}, мм$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B-1	336,723	304,516	304,534	-18	-0,045	-0,045	-0,052	+07	+07
B-2	336,678	304,471	304,482	-11	+0,065	0,065	0,069	-04	-04
B-3	336,743	304,536	304,551	-15	-0,012	-0,012	0,002	-14	-14
B-4	336,731	304,524	304,553	-29	+0,018	0,018	0,004	+14	+14
B-5	336,749	304,542	304,557	-15	-0,016	-0,016	-0,001	-15	-15
B-6	336,733	304,526	304,556	-30	+0,005	0,005	-0,005	+10	+10
B-7	336,738	304,531	304,551	-20	+0,021	0,021	0	+21	+21
B-8	336,759	304,552	304,551	+1	-0,012	-0,012	0,006	-18	-18
B-9	336,747	304,540	304,557	-17	+0,002	0,002	-0,001	+03	+03
B-10	336,749	304,542	304,556	-14	+0,007	+0,007	-0,001	+08	+08
B-11	336,756	304,549	304,555	-6	-0,012	-0,012	0	-12	-12
B-12	336,744	304,537	304,555	-18	-0,004	-0,004	-0,002	-02	-02
B-13	336,740	304,533	304,553	-20	-2,882	-2,872	-2,850	-32	-22
B-14	333,858	301,661	301,703	-42	+2,735	+2,725	+2,714	+21	+11
AC-1	336,593	304,386	304,417	-31	-14,571	-4,569	-14,554	-17	-15
BAZA	322,022	289,817	289,863	-46	-16,360	-16,360	-16,367	+07	+07
pp8370	305,662	273,457	273,496	-39	+25,802	+25,801	+25,802	00	-01
pp3395	331,464	299,258	299,298	-40	-1,010	-1,013	-1,003	-07	-10
Rp4(F)	330,454	298,245	298,295	-50	32,526	32,524	32,506	+20	+18
Drb	362,980	330,769	330,801	-32	-18,988	-18,997	-18,999	+11	+02
XIX	343,992	311,772	311,802	-30	+39,307	+39,289	+39,281	+26	+08
pp 6511	383,299	351,061	351,083	-22	+1,474	+1,474	+1,393	+81	+81
AP-2*	384,773*	352,535	352,476	+59	-15,175	-15,166	-15,079	-96	-87
Mazu	369,598	337,369	337,397	-28	-7,660	-7,656	-7,660	00	+04
pp 53	361,938	329,713	329,737	-24	-4,981	-4,983	-5,022	+41	+39
pp 55	356,957	324,730	324,715	+15	+3,800	+3,781	+3,780	+20	+01
pp102	360,757	328,511	328,495	+16	-16,966	-16,997	-16,934	-32	-63
pp101	343,791	311,514	311,561	-47	+5,344	+5,403	+5,363	-19	+40
AP-4	349,135	316,917	316,924	-7	-24,892	-24,882	-24,874	-18	-08
pp5568	324,243	292,035	292,050	-15	+71,984	+72,033	+72,026	-42	+07
Lapsh	396,227	364,068	364,076	-8	-41,596	-41,644	-41,638	+51	+03
pp 23	354,631	322,424	322,429	-5					
Сер. квадр. похибка				28	Сер. квадр. похибка			30	28

Сер. квадр. похибка, без АП-2*	26	Сер. квадр. похибка, без АП-2*	21	19
--------------------------------	----	--------------------------------	----	----

Для дослідження точності визначення нормальних висот у RTK режимі вимірювання виконували п'ятьма сесіями на 33 пунктах полігона, нормальні висоти яких відомі із геометричного нівелювання. Порівняння нормальних висот, визначених у RTK режимі ( $H_R$ ), з висотами, одержаними із геометричного нівелювання ( $H_T$ ), подано у табл. 6. Крім того, ми обчислили перевищення ( $h_E$ ) між сусідніми (у таблиці) пунктами за геодезичними висотами, за нормальними висотами ( $h_R$ ), одержаними із RTK режиму і нормальними висотами із геометричного нівелювання ( $h_T$ ). Тоді ми порівняли кожне із цих перевищень із перевищеннями, одержаними із геометричного нівелювання.

Аналізуючи одержані у табл. 6 результати, можемо стверджувати, що середня квадратична похибка визначення GNSS у RTK режимі нормальної висоти дорівнює 28 мм, а без врахування висоти АП-2, який розташований на узліссі – 26 мм. Середня квадратична похибка визначення перевищень мало залежить від виду перевищення і дорівнює 30 і 28 мм відповідно для геодезичних і нормальних перевищень. Без урахування висоти пункту відповідно АП-2 – 21 і 19 мм.

**Висновки.** Аналізуючи одержані результати досліджень, можемо стверджувати таке:

- Параметри переходу до системи координат 1963 року не мають однозначного розв'язку, про це свідчить істотна робіжність координат пунктів, одержаних із статичних вимірювань, виконаних у 2011 р. та 2007–2008 рр. (див. табл. 1). У системі ETRS -89 збіжність цих координат відповідає точності прив'язки (див. табл. 2). Це і підтверджує стабільність контрольних пунктів у часі (див. табл. 3).
- Для усунення грубих помилок вимірювань необхідно виконувати не менше ніж дві сесії спостережень на одному пункті. Збільшення сесій спостережень (у цих дослідженнях – до 25) істотного покращання точності не дає (див. табл. 4).
- Точність визначення положення пункту, регламентована рівнянням регресії приймача, досягається лише для фіксованого розв'язку.
- Середнє значення с.к.п. визначення планового положення пункту, яке визначається приладом за результатами трьох сесій, – завищене:  $m_{сер} = 14$  мм – і більше від реального ( $M_{сер} = 33$  мм) приблизно у два рази (див. табл. 4).
- Середнє значення с.к.п. визначення віддалі у RTK режимі дорівнює 8 мм, а максимальне значення с.к.п. – 19 мм (див. табл. 5).
- Середнє значення с.к.п. визначення нормальної висоти у RTK режимі дорівнює 28 мм, а максимальне значення с.к.п. – 59 мм (див. табл. 6).
- Середнє значення с.к.п. визначення перевищень мало залежить від виду перевищення і дорівнює 30 і 28 мм відповідно для геодезичних і нормальних перевищень, а максимальне значення с.к.п. – 96 і 87 мм відповідно для геодезичних і нормальних перевищень (див. табл. 6).

1. Савчук С., Задемленюк А., Піскорівський А. Експериментальне дослідження точності визначення координат методом RTK з використанням GPRS internet з'єднання // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2009. – С.58–69. 2. Савчук С. Оцінка сучасного стану використання референційних систем координат в Україні // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2008. – С.61–69. 3. SAPOS // [www.sapos.de](http://www.sapos.de). 4. ASGEUPOS.PL // [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl). 5. ZAKPOS // [www.zakpos.zakgeo.com.ua](http://www.zakpos.zakgeo.com.ua). 6. СКНОУ // [www.khrs.kharkov.ukrtel.net](http://www.khrs.kharkov.ukrtel.net). 7. NGCNET // [www.ngcnet.com.ua](http://www.ngcnet.com.ua). 8. А. Горб, Р. Нежальський, Р. Федоренко, А. Нестерович. Експериментальна оцінка точності RTK измерений // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2008. – С.118–124. 9. Шелковенков Д., Желанов О., Жалило О., Шокало В., Кондратюк В., Литвин М., Флерко С., Черевко В. Результати експериментальних досліджень реалізації DGPS/RTK режиму супутникового позиціонування з використанням NTRIP-технологій // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2008. – С.125–132. 10. Колгунов В.М., Літинський В.О. Модернізація планової мережі Бережанського навчального геодезичного полігона. Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2001. – Вип. 61. – С.63–69. 11. Колгунов В., Літинський В.

*Дослідження точності нівелірної мережі Бережанського навчального геодезичного полігона // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2002. – С.159–160. 12. Савчук С.Г., Колгунов В.М.. Бережанський геодезичний полігон: 10 років GNSS - визначень // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2010. – Вип. 73. – С.22–24. 13. Літинський В.О., Віват А.Й. Вплив електромагнітного поля, створюваного лініями електропередач, на точність GPS вимірювань // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Львів, 2011.*

Надійшла 11.04.2011 р.