



## Література

1. Ващенко, В.І. Спосіб геометричного нівелювання з врахуванням вертикальної рефракції та негоризонтальності візирного променя [Текст] / В.І. Ващенко, С.С. Перій, В.О. Літинський // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. пр. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка". – 2009. – Вип. 1. – С. 116-121.
2. Інструкція по нивелированию I, II, III, IV классов [Текст]. – М.: Недра, 1990. – 175 с.
3. Патент. Україна, UA 41429 U? МКП(2009), G01C 5/00. Спосіб геометричного нівелювання "вперед-назад" /

С.С. Перій; заявник і патентотримувач Львів. нац. аграр. ун-т. – № 41429; зареєстр. в Держ. реєстрі патентів України на корисні моделі. – Бюл. № 10. – 25.05.2009. – 6 с.

4. Перій, С.С. Апробація способу геометричного нівелювання "вперед-назад" [Текст] / С. Перій, В. Ващенко, І. Рій // "Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва": зб. наук. пр. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2010. – Вип. 1. – С. 91-94.

5. Перій, С.С. Експериментальні дослідження точності геометричного нівелювання способом "вперед-назад" [Текст] / С.С. Перій // Геодез., картогр. і аерофотознім.: міжвід. наук.-техн. зб. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2010. – Вип. 73. – С. 45-52.

Надійшла 14.03.12

\* \* \*

УДК 528.3

О. В. Ланьо, С. Г. Савчук

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ RTK-ВИМІРЮВАНЬ У МЕРЕЖІ РЕФЕРЕНЦНИХ СТАНЦІЙ

*На основе экспериментальных исследований в GNSS-сети UA-EUPOS/ZAKPOS проанализировано фактическое качество координатных решений по технологии RTK при различных расстояниях между роверным приемником и референционной станцией. Выявлено, что прямой зависимости качества и скорости фиксированных решений от увеличения расстояний до 100 км между базовой станцией и ровером не наблюдается.*

*On the basis of experimental research in GNSS network UA-EUPOS/ZAKPOS it is analyzed the actual quality of the coordinate solutions by RTK technology for different distances between a rover and a reference station. It has been revealed that the direct dependence between the quality and speed of fixed solutions when increasing distances between a base station and a rover up to 100 km is not observed.*

**Постановка проблеми.** За останні роки в Україні кількість постійно діючих референчних GNSS-станцій значно зросла. Більшість з них обладнано сучасними двочастотними мультисистемними приймачами та антенами найкращих світових виробників, таких як Trimble, Leica Geosystems, Topcon [5-7] та інших. Багато операторів на базі власних референчних GNSS-станцій та за допомогою спеціального програмного забезпечення побудували й використовують так звані мережі активних GNSS-станцій, які на відміну від окремих GNSS-станцій мають значно ширшу функціональність як з технічного, так і з організаційного боку щодо використання технології RTK.

Технологія RTK (*Real Time Kinematic* – дослівно: "кінематика у реальному часі") – це сукупність методів отримання точних координат (сантиметровий рівень) за допомогою GNSS. При використанні сучасної технології RTK рухомий GNSS-приймач (ровер) отримує скореговану інформацію в реальному часі від однієї референчної (базової) GNSS-станції або від мережі GNSS-станцій за допомогою GSM/GPRS-зв'язку. На сьогодні маємо суттєве покращення якості покриття мобільного Інтернету всіх стандартів. Основною перевагою технології RTK є можливість кінцевого оброблен-

ня супутникових сигналів у реальному часі та в єдиній системі координат.

Майже на всій території України можливе застосування сучасної вимірювальної GNSS-технології RTK – технології отримання сантиметрової точності координат у режимі реального часу, наприклад, від мережі активних референчних станцій української частини Європейської системи позиціонування / Закарпатська система позиціонування (UA-EUPOS/ZAKPOS) [2,9].

Мережа UA-EUPOS/ZAKPOS з обчислювальним центром у м. Мукачеве (Закарпатська область) пропонує користувачам послуги щодо технології RTK з 2008 р. Сервери мережі UA-EUPOS/ZAKPOS обробляють дані від 13-ти GNSS-станцій, які розташовані на території Західної України, та від 12-ти GNSS-станцій своїх партнерів у Польщі, Словаччині, Угорщині, Румунії та Молдові. Мережа покриває території восьми західних областей України.

Детальну інформацію про GNSS-мережу UA-EUPOS/ZAKPOS та її партнерів можна знайти на відповідних інформаційних сайтах [9,11-14].

Одною з технічних проблем, яка залишається на сьогодні ще не вирішеною при використанні технології RTK, є розроблення дієвого механізму аналізу якості отриманих результатів у контексті густоти розташування активних референчних GNSS-станцій як ключового показника, що впливає на результат.

© О. В. Ланьо, С. Г. Савчук, 2012



На практиці контроль якості вимірювань здійснюється за допомогою програмного забезпечення, вбудованого в роверний (рухомий) комплект користувача.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основні положення стосовно розміщення та використання постійно діючих референсних GNSS-станцій не містять конкретних рекомендацій про відстані між ними та їх взаємне розташування. Вказується лише, що коли відстані між станціями не перевищують 70-80 км, то можна практично гарантувати отримання достовірного результату [1,3,16].

Основним джерелом інформації про якість надання користувачам послуг за технологією RTK є інформаційні сайти операторів GNSS-мереж [9,11-14], а також технічні характеристики роверних комплектів від фірм-виробників [8]. Як правило, ці дані носять суто декларативний характер. Інформація про погіршення результатів вимірювань, наприклад, від збільшення відстаней, відсутня.

**Постановка завдання.** Основна мета дослідження – проаналізувати фактичну якість координатних розв'язків за технологією RTK при різних відстанях між роверним приймачем і референсною станцією.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасне програмне забезпечення обчислювальних центрів GNSS-мереж дає змогу запропонувати користувачеві безліч варіантів отримання поправок за технологією RTK, але принципово всі вони поділяються лише на дві групи – *математично змодельовані* й *звичайні*.

Для генерування математично змодельованих поправок застосовується мережевий розв'язок за відповідними алгоритмами, на яких базуються різні практичні методи FKP, VRS, MAX, RTCM3Net тощо [1]. Застосування такого методу потребує одночасного використання вимірювальної інформації майже від усіх станцій GNSS-мережі. По суті, мережевий розв'язок – це моделювання відмінностей актуальних умов спостережень рухомого приймача по відношенню до відомих актуальних умов спостережень на всіх станціях GNSS-мережі.

Звичайні (не математично змодельовані) поправки надаються користувачеві обчислювальним центром від окремих референсних GNSS-станцій. При використанні таких поправок актуальні умови спостережень рухомого приймача приймаються еквівалентними до актуальних умов спостережень відповідної станції.

Відомо, що якість поправок знаходиться у прямій залежності од відстаней між референсними станціями (у випадку застосування мережевого розв'язку) та од відстаней між окремою станцією та рухомим приймачем (у випадку застосування звичайних, не змодельованих поправок). А ще потрібно мати на увазі такий технічний нюанс реалізації роботи програмного забезпечення обчислювальних центрів GNSS-мереж, характерний для всіх розробок фірм-виробників: при математично моделюванні поправок, тобто при застосуванні

мережевого розв'язку, завжди є змога автоматичного переключення у так званий RAW-режим (режим застосування звичайної поправки), як правило, від найближчої до користувача GNSS-станції. Отже, відстань між рухомим приймачем та референсними станціями важлива навіть при застосуванні мережевого розв'язку всередині зони покриття мережі [1,15].

Суб'єктивний аналіз точності спостережень при застосуванні технології RTK здійснюється безпосередньо в полі за допомогою вбудованого програмного забезпечення роверного комплексу. Орієнтуючись на цей показник, користувач зазвичай і приймає рішення про збереження отриманого результату.

Але наскільки якісним є цей показник?

Суть даного питання полягає у взаємному порівнянні контрольних координат будь-якого фіксованого пункту з отриманим результатом спостережень за технологією RTK. Безумовно, порівняння слід провести на різних за довжиною базових лініях з використанням як змодельованих, так і звичайних поправок.

Для уникнення складнощів з трансформуванням систем координат недоцільно проводити спостереження на звичайних пунктах геодезичної мережі. Оптимальним рішенням є приєднання роверного комплексу, тобто приймача з контролером, до антени постійно діючої референсної GNSS-станції. Так можна отримати результат за технологією RTK й порівняти його з відомими координатами цієї станції.

Типова структура постійно діючої референсної GNSS-станції складається з антени, яка розташована окремо від приймача і стаціонарно закріплена у зручному для спостережень місці, та приймача, який, як правило, встановлено у приміщенні та приєднано до антени кабелем зв'язку. Дані спостережень приймач відправляє в обчислювальний центр по виділених лініях зв'язку (мал. 1).



Мал. 1. Стандартна схема передачі даних спостережень на референсній GNSS-станції

Звичайно приймачі, задіяні на референсних GNSS-станціях, не виконують функцій ровера, хоча, з іншого боку, було б не зовсім коректно проводити RTK-вимірювання за допомогою базового (інфраструктурного) приймача. Отже, у стандартну схему передачі даних (див. мал. 1) потрібно внести зміни для підключення звичайного роверного комплексу, а саме роверного приймача й роверного контролера.

У процесі дослідження між антеною і приймачем референсної GNSS-станції було встановлено розгалужувач (сплітер) сигналу, що дозволило одночасно приєднати до однієї антени два приймачі, один з яких є типовим роверним приймачем (мал. 2). Такий експериментальний комплекс було



облаштовано на постійно діючій референційній GNSS-станції MUKA, розміщеній у м. Мукачеве і яка входить до складу GNSS-мережі UA-EUPOS/ZAKPOS [11].



Мал. 2. Модернізована схема передачі даних спостережень для проведення досліджень

Референсна станція MUKA обладнана сучасною антеною фірми "Trimble" Zephyr Geodetic 2 та інфраструктурним базовим приймачем NetR5 цієї ж фірми (мал. 3).



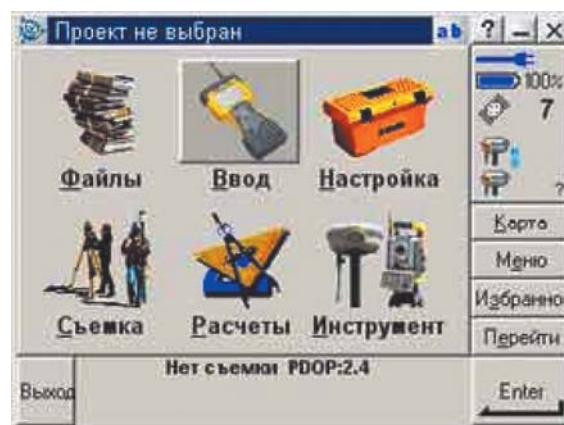
Мал. 3. Антена та приймач

Як типове роверне обладнання було обрано комплект, який складається з GPS-приймача Trimble 5700 з активованою функцією ровера та контролера TSC2 (мал. 4). Меню програмного забезпечення контролера Trimble Survey Controller™ for the TSC2™ версії 12.49 для операційної системи Windows mobile зображено на мал. 5.

Детально з технічними характеристиками обладнання та програмного забезпечення контролера можна ознайомитись на сайті виробника [7].



Мал. 4. Приймач і контролер



Мал. 5. Головне меню програми Survey Controller

Для забезпечення розгалуження сигналу від антени було обрано сплітер фірми "Tallysman Wireless" моделі TW150 (мал. 6). Всі його технічні характеристики вказано на сайті виробника [6].

Стосовно програмного забезпечення контролера роверного комплексу варто зауважити таке: воно є специфічним і з закритим вихідним кодом, жорстко прив'язане до обладнання й потребує ліцензування. По суті, придбавши роверний комплект для використання технології RTK,



Мал. 6. Сплітер TW150

користувач позбавлений можливості контролю результатів спостережень у полі за допомогою програмного забезпечення інших виробників і змушений повністю довіряти обраному. Такий висновок стосується всіх відомих виробників роверних комплектів. Розробка власного програмного забезпечення є також доволі складним завданням через пропріетарність базових форматів обміну даними між контролером та приймачем, оскільки потрібно не тільки роздобути дані спостережень, а й навчитись керувати приймачем.

Хоча базова антена Trimble Zephyr Geodetic 2 ніколи не постачається в комплекті з роверним устаткуванням, налаштування антени в роверному приймачі та в програмному забезпеченні контролера вдається без проблем. Роверному обладнанню, виявляється, "відома" така антена.

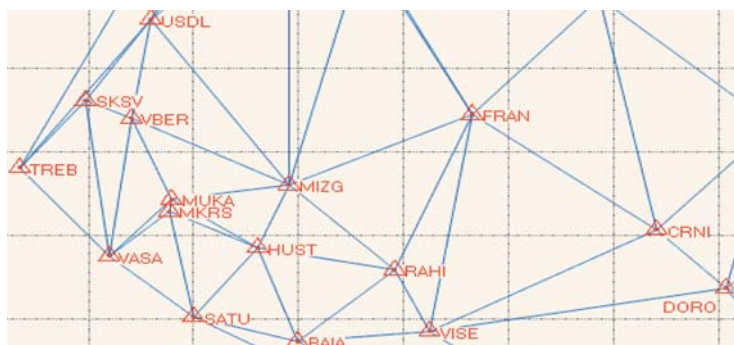
Тепер щодо побудови зв'язку між роверним комплектом з експериментального комплексу та серверами мережі UA-EUPOS/ZAKPOS. При роботі в полі ровер отримує поправки від сервера мережі через мобільний Інтернет, але ми для спрощення вирішили використати локальну мережу, що, до речі, не було принциповим для проведення даних досліджень. Контролер роверного комплексу за допомогою інтерфейсу USB та програми ActiveSync було з'єднано з найближчим стаціонарним комп'ютером, який має



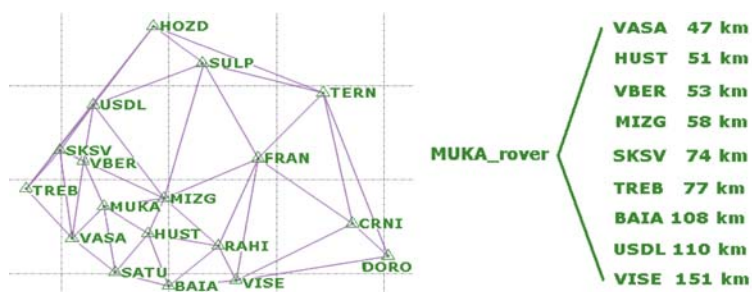
вихід в Інтернет. Отже, доступ до серверів GNSS-мережі було організовано через звичайний провідний Інтернет.

Налаштування експериментального комплексу дозволило провести заплановані дослідження, але тільки із звичайними поправками від окремих референсних GNSS-станцій мережі, адже фактично роверний комплект і працююча референсна GNSS-станція MUKA отримують сигнал від спільної антени, що позбавляло необхідності використовувати мережевий розв'язок. Аби уникнути вимикання станції MUKA на серверах GNSS-мережі UA-EUPOS/ZAKPOS, було створено ще одну програмну її реалізацію, яка повністю відтворює реальну мережу, але з відключеною станцією MUKA. Подібні налаштування мережеве програмне забезпечення фірми "Trimble" дозволяє проводити без проблем.

На програмному рівні у південно-західному сегменті GNSS-мережі UA-EUPOS/ZAKPOS було створено окрему мережу з 18-ти GNSS-станцій (мал. 7 і 8). Для користувача, тобто для досліджень, створена GNSS-мережа є повністю незалежною від GNSS-мережі UA-EUPOS/ZAKPOS, хоча і базується на спільних з нею референсних станціях.



Мал. 7. Схема південно-західного сегмента GNSS-мережі UA-EUPOS/ZAKPOS



Мал. 8. Схема створеної мережі з відстанями до референсних станцій

Таблиця 1. Контрольні координати GNSS-станції MUKA, м

Координати					
ETRS89/ETRF2000			Плоскі прямокутні		
X	Y	Z	X	Y	H
3909874,586	1637330,919	4750029,143	5367283,342	627368,903	170,482

Контрольні координати ровера MUKA\_rover є відомими, адже вони збігаються з відомими координатами референсної GNSS-станції MUKA. Ці координати наведені у табл. 1 і в подальшому слугуватимуть для порівняння при проведенні досліджень.

Програмне забезпечення контролера – Trimble Survey Controller™ for the TSC2™ версії 12.49 дозволяє налаштовувати достатньо багато параметрів при використанні технології RTK. Наприклад, можна встановити кількість і термін вимірювань для кожного пункту або допуск щодо точності. Зрозуміло, що збільшення інтервалу або кількості вимірів, як і встановлення малого допуску, покращить якість результату, однак це відбудеться за рахунок суттєвого збільшення часу на вимірювання, а це вже суперечить самій ідеології роботи в реальному часі. Отже, за певний стандарт роботи у реальному часі були прийняті параметри за замовчуванням, тобто інтервал 5 с на пункт та автоматичний допуск і контроль якості. Безумовно, всі розв'язки були фіксованими.

При виконанні вимірів програмне забезпечення фіксує якість результатів за допомогою двох параметрів – точність у плані та по висоті. Додаткові параметри оцінки якості входять до складу так званих блоків контролю якості QC1 та QC2. Блок контролю якості QC3, який також включено у програмне забезпечення, при налаштуванні за замовчуванням не задіяний. Отже, за числову оцінку якості вимірів приймаємо точність у плані та по висоті за показами контролера.

Отримані результати зведено в табл. 2 і 3. У таблицях: *час ініціалізації* – час, який знадобився роверному комплексу для отримання фіксованого розв'язку; *декларована точність* – точність у плані та по висоті ( $m_{x/y}, m_H$ ), яку декларує програмне забезпечення ровера при збереженні фіксованого результату вимірювання; *контрольні координати* – відомі просторові координати референсної станції MUKA (див. табл. 1), отримані з тривалих статичних вимірювань мережі UA-EUPOS/ZAKPOS (за трирічний період); *фактична різниця* – різниця між відомими контрольними координатами й отриманими в результаті вимірювань ( $\Delta x, \Delta y, \Delta h$ ).

Дослідження проводились на відстанях між референсною станцією і ровером від 47 до 151 км (RAW-режим) та додатково ще п'ять вимірів від VRS (мережевий розв'язок) (див. табл. 3). При кожному вимірі відбувався рестарт знімання і, відповідно, ініціалізація.

Специфіка проведення досліджень обумовила ідеальні умови спостережень для ровера. По-перше, це стабільно розташована антена на відкритому місці, по-друге, швидкісний та



Таблиця 2. Результати вимірювань від фізичних референцних станцій

Базова лінія MUKA rover – VASA, 47 км							
Час ініціалізації	Фіксований розв'язок, м		Декларована точність, м		Контрольні координати, м		Фактична різниця, м
1 хв 25 с	x	5367283,306	$m_{x/y}$	0,021	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,893			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,432	$m_H$	0,026	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – HUST, 51 км							
6 хв 45 с	x	5367283,261	$m_{x/y}$	0,034	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,926			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,487	$m_H$	0,039	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – VBER, 53 км							
14 хв 11 с	x	5367283,337	$m_{x/y}$	0,018	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,902			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,409	$m_H$	0,020	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – MIZG, 58 км							
5 хв 07 с	x	5367283,337	$m_{x/y}$	0,013	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,899			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,480	$m_H$	0,016	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – SKSV, 74 км							
13 хв 20 с	x	5367283,376	$m_{x/y}$	0,017	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,904			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,461	$m_H$	0,023	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – TREB, 77 км							
2 хв 26 с	x	5367283,341	$m_{x/y}$	0,007	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,909			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,415	$m_H$	0,015	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – BAIA, 108 км							
29 хв 10 с	x	5367283,402	$m_{x/y}$	0,075	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,963			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,225	$m_H$	0,142	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – USDL, 110 км							
2 хв 13 с	x	5367283,428	$m_{x/y}$	0,018	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,873			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,558	$m_H$	0,031	H	170,482	$\Delta H$
Базова лінія MUKA rover – VISE, 151 км							
За тридцять хвилин не вдалося отримати фіксованого розв'язку							

Таблиця 3. Результати вимірювань від віртуальної референцної станції

Базова лінія MUKA rover – VRS (базову станцію MUKA відключено)							
Час ініціалізації	Фіксований розв'язок, м		Декларована точність, м		Контрольні координати, м		Фактична різниця, м
0 хв 40 с	x	5367283,348	$m_{x/y}$	0,010	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,895			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,476	$m_H$	0,014	H	170,482	$\Delta H$
3 хв 29 с	x	5367283,318	$m_{x/y}$	0,009	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,880			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,524	$m_H$	0,012	H	170,482	$\Delta H$
8 хв 20 с	x	5367283,342	$m_{x/y}$	0,008	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,882			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,471	$m_H$	0,010	H	170,482	$\Delta H$
0 хв 6 с	x	5367283,334	$m_{x/y}$	0,010	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,903			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,512	$m_H$	0,013	H	170,482	$\Delta H$
0 хв 40 с	x	5367283,341	$m_{x/y}$	0,010	x	5367283,342	$\Delta x$
	y	627368,892			y	627368,903	$\Delta y$
	H	170,488	$m_H$	0,011	H	170,482	$\Delta H$

якісний зв'язок із сервером GNSS-мережі. Отже, отримані числові результати слід вважати штучно покращеними у порівнянні з реальними результатами в полі, звичайно, за умови використання аналогічного обладнання.

**Висновки.** Відповідно до поставленого завдан-

ня та базуючись на отриманих результатах і специфіці проведення дослідження точності розв'язків за технологією RTK напрошуються такі висновки:

- на відстанях від 50 до 100 км між референцною станцією і ровером фіксований результат лишається достатньо якісним – орієнтовно 5 см у



плані, 10 см по висоті;

- фактична точність RTK-вимірювань не збігається із задекларованою у програмному забезпеченні контролера роверного комплекту;

- чіткої залежності якості й швидкості фіксованих розв'язків від збільшення відстаней від 50 до 100 км між базовою станцією і ровером не виявлено;

- мережевий розв'язок однозначно дає надійніший результат.

Проведені дослідження базувались на вимірах односистемного ровера (лише GPS). Безумовно, при використанні мультисистемного ровера (GPS+GLONASS) кількість даних для розв'язків суттєво зростає. Це однозначно покращить швидкість отримання фіксованого розв'язку, а щодо якості – потрібні додаткові дослідження.

### Література

1. Евстафьев, О. Наземная инфраструктура для точного позиционирования [Текст] / О. Евстафьев // Геопрофи. – 2008. – № 1. – С. 21-24; № 2. – С. 24-28; № 3. – С. 15-18.

2. Савчук, С. Перша мережа активних референціальних станцій в Україні ZAKPOS. Етапи становлення та початок діяльності [Текст] / С. Савчук, І. Проданець, І. Калинич // Геопрофіль. – 2010. – № 1. – С. 16-23.

### Інтернет-джерела

3. EPN – Європейська перманентна мережа. – <http://www.epncb.oma.be/>

4. Сайт фірми "Tallysman Wireless". – [www.tallysman.com](http://www.tallysman.com)

5. Сайт фірми "Trimble". – [www.trimble.com](http://www.trimble.com)

6. Сайт фірми "Leica Geosystems". – <http://www.leica-geosystems.com>

7. Сайт фірми "Topcon". – <http://www.topconpositioning.com/>

8. Технічні дані на GPS-приймач Trimble 5700. – [http://www.trimble.com/srv\\_5700\\_ds.asp](http://www.trimble.com/srv_5700_ds.asp)

9. GNSS-мережа Західної України – UA-EUPOS/ZAKPOS. – [www.zakpos.zakgeo.com.ua](http://www.zakpos.zakgeo.com.ua)

10. GNSS-мережа від фірми "Topcon" в Україні. – TNT GNSS Network. – [www.net.tnt-tpi.com](http://www.net.tnt-tpi.com)

11. GNSS-мережа Польщі – ASG-EUPOS. – [www.asgeupos.pl](http://www.asgeupos.pl)

12. GNSS-мережа Словаччини – SKPOS. – [www.skpos.gku.sk](http://www.skpos.gku.sk)

13. GNSS-мережа Румунії – ROMPOS. – [www.rompos.ro](http://www.rompos.ro)

14. GNSS-мережа Угорщини – GNSSnet.hu. – [www.gns-snet.hu](http://www.gns-snet.hu)

15. Schrock, G. The Birthplace of VRS [Text] / G.Schrock // The American Surveyor Magazine Online. – Vol. 7. – No. 3 – <http://www.amerisurv.com/content/view/7259/153/>

16. Standards and Guidelines EUPOS. – <http://www.eu-pos.org>

Надійшла 27.06.12

\* \* \*

УДК 528.21/22(477)

О. В. Кучер, О. М. Марченко, Д. О. Марченко, І. М. Заєць

## ПРО ВИКОРИСТАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ EGM08 ТА EGG08 ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТ КВАЗІГЕОЇДА НА ТЕРИТОРІЮ УКРАЇНИ

Вопрос построения квазигеоида по данным GPS-нивелирования тесно связан с определением фигуры Земли и ее внешнего гравитационного поля как основной задачи геодезии. В статье проанализированы современные модели квазигеоида в виде наборов гармонических коэффициентов EGM08 (до 2 190-й степени/порядка), региональную модель Европейского квазигеоида EGG08 на сетке 1'×1', модель украинского квазигеоида УКГ2007 на сетке 2'×3' и значения квазигеоида на пунктах GPS-нивелирования. Доказана нецелесообразность использования глобальных моделей гравитационного поля для решения высокоточных задач геодезии.

Quasigeoid determination on the basis of GPS leveling data is closely related to determination of the Earth's figure and exterior field of terrestrial gravitation as the main task of geodesy. The paper is focused on the comparison of modern quasigeoid models as the sets of EGM08 harmonics coefficients (up to degree/order 2190), regional model of European quasigeoid EGG08 at 1'×1' regular grid, model of Ukrainian quasigeoid UQG2007 at 2'×3' regular grid and GPS leveling quasigeoid values. It is proved the inexpediency of using global gravity models for solution of high-precision tasks of geodesy.

**Вступ.** Нині усе помітнішою стає тенденція до використання даних глобальних моделей гравітаційного та магнітного полів для цивільних потреб. Практика засвідчує: значення трансформант глобальних моделей можуть суттєво відрізнятися від результатів вимірювань. Мета даної статті – про-

ведення порівняльного аналізу вимірюваних значень висот квазігеоїда за даними GPS-нівелювання, регіональної моделі квазігеоїда для території України, глобальної моделі гравітаційного поля Землі EGM08 [11] та моделі Європейського квазігеоїда EGG08 [12, 13].

Використання для побудови квазігеоїда даних GPS-нівелювання [6], враховуючи їх зв'язок з геометричним нівелюванням різних класів, зумовлює

© О. В. Кучер, О. М. Марченко,  
Д. О. Марченко, І. М. Заєць, 2012