

РЕЗУЛЬТАТИ GPS ВИМІРІВ НА ВИСОКОГІРНИХ ПУНКТАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

© Балут А., Заблоцький Ф.Д., Третяк К.Р., Савчук С.Г., Демус Р.Т., 2004

В статье представлены результаты GPS наблюдений на г.Пип-Иван в 2002-2003гг., а также на пункте г.Говерла в 2002г.

The results of the GPS observations on Pip-Ivan mountain in 2002-2003 as well as on Goverla points in 2002 are represented in the article.

Постановка проблеми. У 2003 році на одній з найвищих вершин Чорногорського масиву (2022м) – горі Піп-Іван співробітниками Національного університету „Львівська політехніка” та Краківської гірничої академії проводились повторні GPS виміри з метою визначення вектора його зміщення. Вперше GPS спостереження на пункті IVAN проводились у 2002 році.

Пункт IVAN знаходиться на терасі астрономічної ротонди частково зруйнованої будівлі метеоролого-астрономічної будівлі.

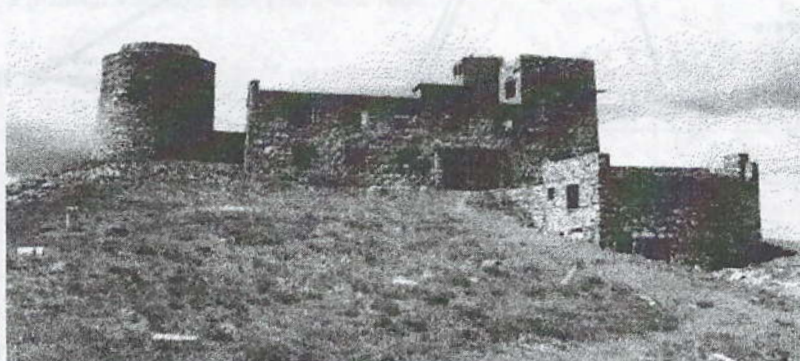


Рис.1. Обсерваторія на горі Піп-Іван

Ця фундаментальна споруда була збудована у 1936 – 1938 роках коштами Польщі, Чехословаччини та Англії. Незважаючи на більш ніж піввікову руйнацію споруди жорсткими атмосферними факторами, і ще більше людиною, теперішній стан будівлі є ще придатний для відновлення. З метою обговорення питань реставрації та шляхів в відновлення діяльності обсерваторії в жовтні 1996 року в м. Яремча відбулась Українсько-польська наукова конференція. На жаль, на сьогоднішній день обсерваторія ще не є реставрованою.

Місце розташування пункту IVAN сприяє вивченню геодинамічних процесів у Карпатському регіоні при умові частих повторних GPS вимірів. Безумовно, найкращим варіантом є створення постійно діючої – перманентної станції. Це дозволило б включити його до співпраці в міжнародних проектах IGS (International GPS Service for Geodynamics) і EUREF (European Reference Frame).

В 2002 паралельно з вимірами на г.Піп-Іван проводились GPS спостереження на найвищій вершині Українських Карпат – г.Говерлі (пункт HOVE), а також пунктах MORN (Моршин), NSEL (Нижні Селище) та CHER (Чернівці). Розташування пунктів зображено на рис. 2.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями. Проведення геодинамічних досліджень у Карпатах та прилеглих територіях на даний час здійснюється в рамках проекту CERGOP-2 (Центрально-Європейський регіональний геодинамічний проект). Крім цього пункти NSEL, MORN, та CHER були включені в проект GEODUC'93 та GEODUC'95 (Геодинаміка Українських Карпат). Отже, проведені виміри на високогірних пунктах Українських Карпат г.Піп-Іван та г.Говерла дозволять розширити існуючу геодезичну мережу для геодинамічних досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, присвячених вирішенню цієї проблеми. За останні десятиліття спостерігаємо дедалі більше публікацій, присвячених геодинамічним дослідженням на території Карпат. Висоти гір могли бути визначені одним з класичних геодезичних методів визначення висоти – тригонометричним або барометричним нівелюванням, оскільки провести геометричне нівелювання на вершини є майже неможливим і недоцільним. Проведені ж GPS виміри практично вперше дозволили знайти більш точні геодезичні висоти гір.

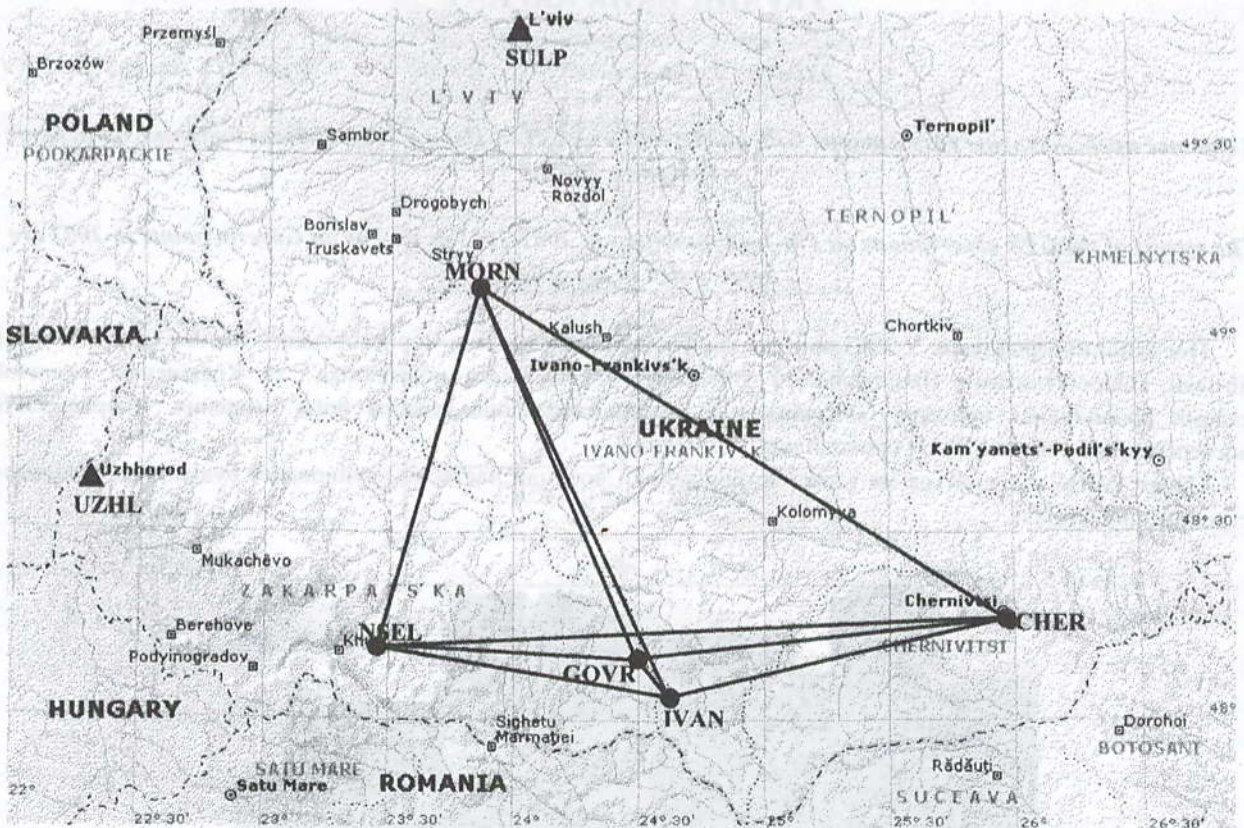


Рис.2. Мережа пунктів спостережень 2002 року

Невирішені частини загальної проблеми. Проведений аналіз результатів як геодезичних, так і комплексних геофізичних та геоморфологічних досліджень свідчить про недостатню вивченість тектонічної

будови сучасних рухів земної поверхні Карпат. Проведення ж систематичних повторних GPS спостережень на геодинамічних полігонах дозволить доповнити існуючу та внести нову інформацію про геодинаміку високігорних масивів.

Постановка завдання. На основі даних GPS вимірів, які проводились у 2002 році (див. рис.2) та на пункті IVAN у 2003 році, за допомогою програмного забезпечення Trimble Geomatics Office було проведено їх обробку та аналіз.

Інформація про кількість сесій, час і тривалість вимірів на пункті IVAN наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Інформація про GPS спостереження на пункті IVAN у 2002 – 2003 рр.

2002 рік			
№.№ сесій	Дата	Час спостережень (локальний)	(GPS день / тиждень)
1.	1.08.2002 – 2.08.2002	23:46:32 – 13:35:47	213, 214 / 1177
2.	2.08.2002 – 3.08.2002	15:04:47 – 06:59:32	214, 215 / 1177
3.	3.08.2002	06:59:47 – 11:59:32	215 / 1177
4.	3.08.2002	16:34:47 – 18:59:32	215 / 1177
5.	3.08.2002 – 4.08.2002	18:59:47 – 09:59:32	215 / 1177 – 216 / 1178
2003 рік			
1.	16.06.2003 – 17.06.2003	15:00:17 – 14:57:47	167 / 1223 – 168 / 1223
2.	18.06.2003	11:07:17 – 14:54:17	169 / 1223
3.	18.06.2003	14:59:47 – 21:35:47	169 / 1223

Виклад матеріалу. При визначенні місцеположення пунктів використані GPS виміри на перманентних станціях мережі EUREF – JOZE, PENC, BUCU, GLSV, SULP та UZHL (див. рис.3) і точні ефемериди супутників, які визначені IGS. Ці станції вибрані тому, що оточують пункти, які визначаються і знаходяться до них найближче.

Оскільки у 2003 році GPS виміри проводились тільки на пункті IVAN, то для визначення його координат оброблялись базисні лінії тільки до перманентних станцій.

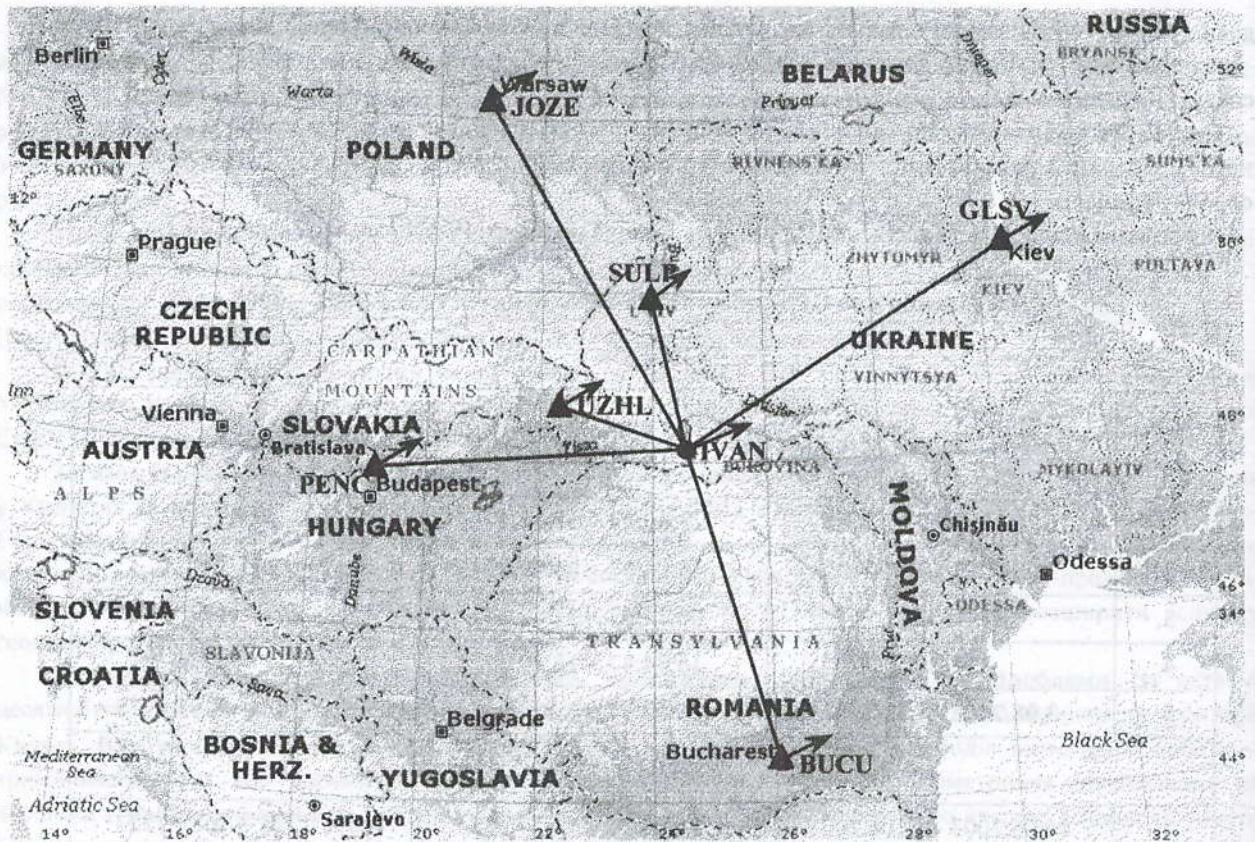
Вихідними координатами для урівноваження утворених мереж взяті координати перманентних станцій на епоху 1 січня 2003 року, які публікуються на сайтах INTERNET. Відповідно до швидкостей руху цих станцій їхні координати були переобчислені на епоху вимірів. У нашому випадку це епохи 2002.67 та 2003.55.

В результаті обробки і врівноваження нами були отримані координати пунктів в системі ITRF2000. Похибки координат пункту IVAN, які ми отримали з обробки і урівноваження в Trimble Geomatics Office, приведені в табл.2, а різниці між епохами вимірів в табл.3.

Таблиця 2

Точність визначення координат пункту IVAN

№.№ сесій	2002 рік			2003 рік		
	σ_x	σ_y	σ_z	σ_x	σ_y	σ_z
1.	0,002	0,003	0,007	0,002	0,003	0,010
2.	0,001	0,002	0,006	0,006	0,015	0,023
3.	0,003	0,009	0,011	0,007	0,010	0,020
4.	0,012	0,025	0,033			
5.	0,003	0,006	0,013			



Масштаб вектора швидкості руху : $\rightarrow$ 20 мм/рік

Рис.3. Прив'язка пункту IVAN до мережі EUREF і вектори швидкості руху пунктів

Таблиця 3.

Різниця координат пункту IVAN з обробки 2002 та 2003 років

Прямокутні	Різниця	Геодезичні	Різниця
ΔX	0,003 м	ΔB	0,00031"
ΔY	0,024 м	ΔL	0,00102"
ΔZ	0,027 м	ΔH	0,030 м

Як видно з таблиці 2 максимальні похибки визначення координат пункту IVAN у 2002 році маємо в 4-й сесії – $\sigma_X = 0,012\text{ м}$, $\sigma_Y = 0,025\text{ м}$ і $\sigma_Z = 0,033\text{ м}$. Очевидно, найбільший вплив на точність визначення пункту мала її коротка тривалість (див. табл.1).

Різниця між прямокутними геодезичними координатами, визначеними у 2002 та 2003 роках, склали 0,003 м; 0,024 м та 0,027 м по осях X, Y та Z відповідно.

Таким чином, маючи повторні виміри на пункті IVAN отриманий вектор руху цього пункту, який склав $\sim 3,5\text{ см/рік}$ (рис.3).

Висновки. Вище згадані GPS кампанії надали можливість нам розширити геодинамічну GPS мережу Українських Карпат в східному напрямі і включити сюди їх найвищий сейсмічноактивний регіон.

Проведення повторних вимірів на г.Говерлі, а також пунктах Моршин, Нижнє Селище та Чернівці дозволить отримати не тільки вектори руху цих пунктів, а й параметри деформацій земної поверхні в цьому регіоні.

Виконана робота буде використана при уточненні карт горизонтальних рухів та деформацій Карпатського регіону та несе нову інформацію про регіональну геодинаміку Чорногорського хребта.