

УДК 528.04

ДОСВІД МІЖНАРОДНОЇ СПІВПРАЦІ ЩОДО ОБМІНУ GNSS-ДАНИМИ НА ПРИКЛАДІ МЕРЕЖІ АКТИВНИХ РЕФЕРЕНЦНИХ СТАНЦІЙ UA-EUPOS/ZAKPOS

С. Савчук

Національний університет “Львівська політехніка”

Ключові слова: мережі активних референцних станцій, EUPOS, міжнародна співпраця

Досягнута сьогодні абсолютна точність визначення координат окремої точки ні з GPS чи GLONASS, ні навіть у майбутньому з GALILEO є недостатньою для багатьох практичних застосувань цих навігаційних систем. Для встановлення положення будь-якої точки точніше за 3–10 м, а саме така точність є можливою з абсолютним GNSS, багато країн світу, здебільшого європейських, розробили власні багатофункціональні системи високоточного позиціонування та встановили для цього ще у минулому десятилітті мережі активних референцних станцій, які давали змогу отримувати поправки до GNSS-спостережень у режимі реального часу та дані для постобробки. За такою технологією державні геодезичні організації забезпечували інформацією фундаментальну інфраструктуру геопросторових даних, створюючи у такий спосіб важливу основу для планування і діяльності в адміністративних, юридичних, економічних та наукових сферах.

Одним із важливих чинників на шляху до широкого впровадження національних мереж референцних станцій стало створення європейської земної референцної системи ETRS89, яка вперше стала доступною для усієї Європи. Реалізація цієї референцної системи основана на роботі мережі європейських перманентних станцій (EPN), які є складовими міжнародної GNSS служби – IGS.

Багатофункціональна супутникова система високоточного позиціонування належить до навігаційних систем з наземним базуванням референцних станцій, які можуть використовувати адміністративні органи, державні і приватні структури, окремі користувачі. Такі системи у кооперації з базами ГІС-даних та іншими геопросторовими даними щораз ширше застосовують у різних ділянках життєдіяльності людства. Зазвичай такі системи функціонують на осно-

ві наземних референцних GNSS станцій, хоча у майбутньому, коли будуть досягнуті успіхи у моделюванні іоносфери і тропосфери, референцні станції будуть спиратися передусім на навігаційні супутники.

Першими країнами європейського континенту, де були створені мережі активних референцних станцій, стали країни Західної Європи. Це, насамперед, Німеччина, потім Швеція, Швейцарія, Бельгія, Франція та інші країни. Країни Центральної та Східної Європи розгорнути такі мережі змогли не одразу і, практично, без організаційно-фінансової допомоги це вважалося далекою перспективою. Одним із дієвих стимулів до реалізації систем високоточного позиціонування стало створення у 2001 р. нової структури – Європейської системи визначення позиції EUPOS

Нагадаємо коротко історію створення EUPOS та участь у цій структурі України. EUPOS – європейська громадська ініціатива, якою передбачалось встановити у Центральній та Східній Європі однорідну інфраструктуру, що основана на диференціальному методі DGNS. Ця фундаментальна інфраструктура технічно складається із мережі референцних GNSS-станцій та відповідних їй комунікаційних ліній, а її послуги – це координатне забезпечення різної точності. Послуги, які надає така мережа, мають багато застосувань, коли вимагається точність від 3 м і навіть до 1 см у реальному часі та субміліметрова точність у режимі постобробки. EUPOS незалежна від рішень окремих людей та приватних компаній, а використовує лише розроблені міжнародні стандарти практичного спрямування. Якщо ж узгоджених міжнародних стандартів немає, то завданням EUPOS є розроблення відповідних рекомендацій тим організаціям, які займаються питаннями стандартизації, наприклад, звернення до Спеціального комітету радіокомісії з морських послуг (RTCM SC 104).

Відповідальність за розвиток і діяльність мереж референцних станцій EUPOS покладе-

на на державні організації національного рівня. Головною організаційною опорою у розвитку EUPOS є Міжнародний організаційний комітет (ISC) та Національний сервісний центр (NSC), що створюється у кожній країні. Такі центри відповідають не тільки за розвиток та діяльність мережі референцних станцій, але й зосереджують всю інформацію для користувачів мережі, її якість, гарантують цілісність мережі та здійснюють міжнародну співпрацю з іншими країнами EUPOS. Міжнародний організаційний комітет EUPOS (ISC) розробляє та узгоджує організаційну та технічну структуру EUPOS.

Однорідні багатофункційні мережі активних референцних станцій та їх послуги у EUPOS вже створені чи будуть створюються у 18 країнах Центральної і Східної Європи. За задумом, EUPOS охоплюватиме в остаточному варіанті близько 25 % території Європейського Союзу та більше ніж 60 % території Європи загалом. Якщо врахувати також російську і казахську території в Азії, де цю інфраструктуру також планують упровадити, то EUPOS домінуватиме на більш ніж 10 млн. км².

Послуги EUPOS розроблені так, щоб мережа референцних станцій могла гарантувати виконання RTK-визначень в усій охопленій області. Тому співпраця сусідніх країн – учасниць у цьому процесі стає реальною необхідністю. Якщо спиратися тільки на референцні станції конкретних країн, то точність і надійність послуг з координування значно погіршилась би на кордонах країни через невідповідну зовнішню геометричну конфігурацію мережі. На рис. 1 наведена ситуація на україно-словацько-угорському кордоні, де станції MUKA, VBER разом зі словацькими станціями SKSV, SKTV та станції MUKA, HUST разом із угорською станцією VASA повністю перекривають територію нашої країни у цьому місці. Аналогічні ситуації виникають і на інших ділянках кордону.

Саме тому обмін “сирими” даними вимірювань з референцних GNSS станцій, які розташовані у прикордонній зоні, може значно допомогти національним сервісним центрам країн EUPOS розширити області охоплення послугами мережі вздовж кордонів. В EUPOS розроблено керівні принципи із прикордонної співпраці щодо обміну GNSS-даними [3]. Вони стосуються змісту та форматів даних, методів передавання та форм протоколів, правил доступу та користування тощо.

Отже, країни-учасниці EUPOS можуть отримати такі вигоди від міжнародної співпраці:

- економічні і технічні переваги щодо зменшення витрат на розширення наземної інфраструктури активних референцних станцій з уніфікованими стандартами, які є придатними для будь-якого їх застосування та охоплюють значну частину євразійського континенту;

- отримання ефекту від технічних удосконалень та стандартизації;

- обмін досвідом, розподіл накопичених знань та науково-технічна експертиза від спільноти EUPOS;

- передавання досвіду спеціальних застосувань GNSS-інфраструктури, які перевірені та апробовані у інших країнах EUPOS;

- використання референцних станцій сусідніх країн.

Нині членами співпраці EUPOS є Боснія і Герцеговина, Болгарія, Чехія, Естонія, Угорщина, Казахстан, Латвія, Литва, Македонія, Молдова, Чорногорія, Польща, Румунія, Росія, Сербія, Словаччина, **Україна** та окрема федеральна земля Німеччини – Берлін. Словенія має статус спостерігача.

Україна майже із часу заснування EUPOS є її повноправним членом. Проте представництво України донедавна зводилося до відвідування організаційних заходів, що регулярно здійснювались ISC у різних країнах, та вивчення європейського досвіду. Ситуація дещо змінилася з того часу, коли в Україні була розгорнута перша регіональна мережа активних референцних станцій ZAKPOS, яка повністю відповідала стандартам та принципам EUPOS. Проте через невизначеність щодо форм діяльності та адміністративну підпорядкованість Укргеодезкартографії (треба зазначити, що саме геодезичні служби чи уповноважені ними інституції представляють країни у EUPOS), свого часу за мовчазної її згоди функції національного представництва перейшли до Національного космічного агентства України (НКАУ). Склалася така ситуація, що НКАУ, яке займається глобальними питаннями дослідження і використання космічного простору в мирних цілях та в інтересах безпеки держави, представляє геодезичну інфраструктуру для топографо-геодезичного забезпечення прикладних задач. Значимо, що у межах проекту “Навігація” структурні підрозділи НКАУ створюють систему космічного навігаційно-часового забезпечення України, призначену для високоточного позиціонування і навігації та підвищення на цій основі ефективності і безпеки функціонування транспорту, галузей промисловості та сільського гос-

подарства. Хоч цілі та завдання цієї системи є подібними за формою, проте їхній зміст та базові принципи не збігаються з політикою EUPOS. Незважаючи на певні формальні і принципові розбіжності у поглядах на роль та місце мережі активних референціальних станцій між Укргеодезкартографією та НКАУ, національне представництво в EUPOS від України і керівництво Укргеодезкартографії досягли домовленості про надання Державному геодезичному підприємству “Закарпатгеодезцентр” статусу Національного сервісного центру і можливості представляти Україну для обміну GNSS-даними з іншими країнами. Головною причиною такого кроку стало створення на основі цього підприємства Регіонального сервісного центру ZAKPOS з управління мережею референціальних станцій на території Закарпатської області.

Діяльність мережі активних референціальних станцій ZAKPOS, яка згодом була доповнена ZAKPOS/UA-EUPOS, розпочиналася на основі набутого досвіду створення подібних мереж у багатьох країнах Європи. Ще на початкових етапах її практичного впровадження (2007) відбулись двосторонні консультації-зустрічі із колегами з Кракова (Польща), де у той час вже декілька років функціонувала Малопольська високоточна система позиціонування ASG-PL, яка створювалася як пілотний проект майбутньої загальнопольської мережі активних референціальних станцій ASG-EUPOS.

Наступними кроками стали міжнародні консультативні зустрічі й обговорення питань вибору і функціонування програмного забезпечення для управління роботою мережі активних референціальних станцій та перша активна участь делегації з України у симпозиумі EUPOS, що проходив у кінці 2008 р. у м. Берліні. Термін “активна участь” вжитий у контексті того, що вперше серед країн-учасниць EUPOS Україна не тільки “теоретично” проявила бажання взяти участь у розбудові EUPOS, але й представила першу реальну мережу ZAKPOS, яка розпочала свою діяльність на теренах Закарпаття. І хоча ця мережа об’єднувала всього п’ять новозбудованих референціальних станцій та одну міжнародну GPS-станцію SULP (Національний університет “Львівська політехніка”), що входить з 2001 р. у мережі IGS/EPN, проте це вже був серйозний початок. Всі подальші події це підтвердили.

Після тестування роботи мережі (травень–липень 2009 р.) і започаткування усіх можливих по-

слуг з координування та перших реальних виробничих успіхів (серпень–жовтень 2009 р.) стало очевидно, що за такими технологіями велике майбутнє. Тому обмежуватися лише одним регіоном з набутим досвідом та напрацьованими методиками було б просто нелогічно. Саме тому з листопада 2009 р. починається активний етап з розширення діяльності мережі ZAKPOS за рахунок введення додаткових референціальних станцій на території Західної України та закордонних станцій. Розширення мережі референціальних станцій на територіях семи областей Західної України (Волинська, Рівненська, Львівська, Тернопільська, Івано-Франківська, Чернівецька та Закарпатська) спонукало і до задіяння закордонних станцій, оскільки ця частина України межує із чотирма країнами: Польщею, Словаччиною, Угорщиною та Румунією. Про причини такої міжнародної співпраці вище вже йшлося. З того часу суто місцева мережа активних референціальних станцій ZAKPOS поступово розширює зону свого покриття і перетворюється на ZAKPOS/UA-EUPOS. Зазначимо також, що саме у цей період активними партнерами у діяльності мережі стали Технічний університет Молдови зі своєю станцією CTIG та Харківський національний університет радіоелектроніки (станція SURE).

Реальних обрисів міжнародна співпраця з GNSS мережами сусідніх країн набула після симпозиуму з глобальних навігаційних супутникових систем, що відбувся у кінці 2009 р. у Берліні під егідою EUPOS. Там були досягнуті усні домовленості про налагодження співпраці у галузі прикордонного співробітництва з обміну GNSS-даними, які згодом були успішно реалізовані у вигляді технічного введення окремих закордонних станцій у роботу мережі ZAKPOS/UA-EUPOS разом зі всіма послугами. Треба відзначити, що така співпраця із закордонними партнерами розвивалася з різною інтенсивністю і характеризувалась величезною кількістю консультацій та технічних рішень з обох сторін.

Найуспішнішою була співпраця між мережами референціальних станцій на рівні національних сервісних центрів із Угорщиною. Саме Угорщина стала першою країною, учасницею EUPOS, з якою була підписана довгострокова угода щодо обміну даними з референціальних GNSS-станцій. На рис. 3 наведено фрагменти цієї Угоди, тексти якої було складено і погоджено спочатку англійською мовою, а потім остаточну редакцію було перекладено українською та угорською мовами.

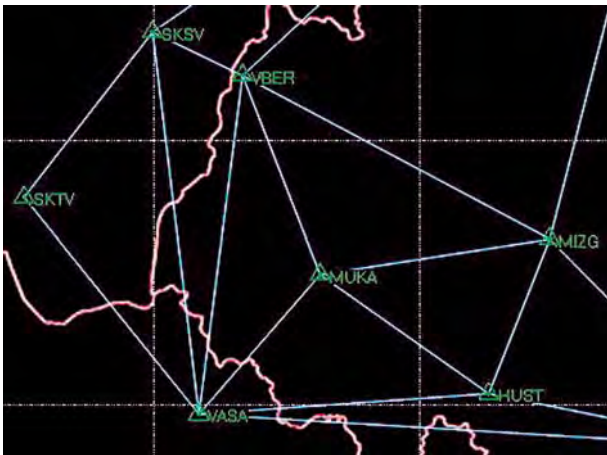


Рис. 1. Схема перекриття прикордонної області на україно-словацько-угорському кордоні

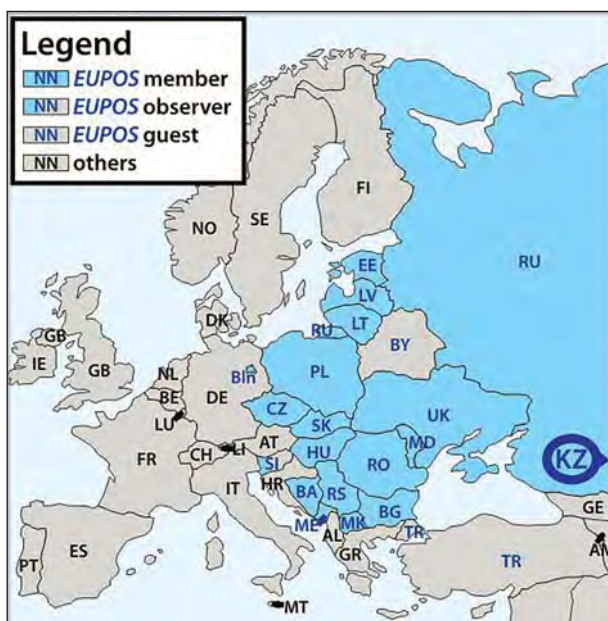


Рис. 2. Територіальний розвиток EUPOS станом на початок 2010 р.

Процедура підписання складеної Угоди відбулась 19 травня 2010 р. у м. Будапешті під час проведення регіональної конференції з розвитку прикордонної співпраці між країнами, що межують з Угорщиною. Аналогічні угоди були підготовані і підписані з Геодезичною службою Сербії та Національним агентством з кадастру та реєстрації земель Румунії. Конференція і процедура підписання угод проходили в Інституті геодезії, картографії та дистанційного зондування Республіки Угорщина (FÖMI), що є головною організацією в галузі управління земельними ресурсами, топографо-геодезичної діяльності та картографування територій. Відкрив конференцію вступним словом директор цього інституту д-р М. Шабольч. Потім були представлені національні геодезичні організації та виголошені доповіді про стан та діяльність національних мереж активних референційних станцій.



Учасники урочистого підписання угод (зліва направо) – М. Грігоре (Румунія), Н. Тесла (Сербія), д-р М. Шабольч (Угорщина), І. Проданець (Україна). Стоїть – Т. Хорват (Угорщина)



Угорсько-українську угоду підписують директор FÖMI д-р М. Шабольч (ліворуч) та директор "Закарпатгеодезцентру" І. Проданець (праворуч)



Рис. 3. Фрагменти Угоди про співпрацю із Угорщиною

Від України про діяльність Укргеодезкартографії та Державного підприємства “Закарпатгеодезцентр” розповів директор цього підприємства І. Проданець. Про етапи становлення, перші кроки діяльності та найближчі зав-

дання мережі ZAKPOS/UA-EUPOS виголосив доповідь професор Національного університету “Львівська політехніка” С. Савчук.

Після усіх запланованих виступів учасників конференції за участю директора FÖMI та на-

ціональних представників від Сербії, Румунії і України відбулася урочиста процедура підписання угод. Зазначимо лише, що від України угоду попередньо підписав також Національний представник в EUPOS від України К. Волох, який представляє Національне космічне агентство.

Нижче наведено основні пункти підписаної Угоди, які стосуються головно технічних параметрів:

– партнери обмінюватимуться даними з референцних GNSS-станцій, розташованих у прикордонній зоні, та з'єднаних з мережами GNSSnet.hu і UA-EUPOS/ZAKPOS;

– координати референцних станцій визначатимуться у Європейській земній референційній системі – ETRS89;

– партнери обмінюватимуться результатами своїх GNSS-вимірювань та результатами калібрувань антен, одночасно надаючи один одному іншу інформацію, необхідну для безперебійного функціонування обох систем;

– час очікування даних з референцних станцій до GNSS-центрів обробки у Мукачевому (Закарпатська область в Україні) і Будапешті не повинен перевищувати 1500 мс. Доступність даних повинна становити щонайменше 98 % у робочі дні з 9 год ранку до 5 год вечора;

– необроблені дані GNSS-спостережень з референцних станцій передаватимуться у реальному часі з 1-секундним інтервалом; для обміну да-

ними використовуватиметься протокол NTRIP (мережеве передавання RTCM через Інтернет);

– “сирі” (необроблені) дані чи RINEX файли окремих референцних станцій залишаються власністю операторів цих станцій, і лише вони можуть запропонувати такі дані і бути посередниками у їх подальшому використанні;

– передавання необроблених даних сервісним провайдером для позиціонування потребує попередньої згоди партнера з угоди. У такому разі будуть визначені витрати для забезпечення даними.

Відпрацьовано всі технічні деталі і підготовано аналогічні угоди зі Словаччиною (дві станції) та Польщею (три станції), а наступним етапом буде налагодження технічної співпраці з Румунією (п'ять станцій), оскільки на рівні угод всі питання з нею практично вирішені.

Окремим питанням, вирішення якого теж потребувало багато зусиль, було занесення інформації про референцні станції мережі UA-EUPOS/ZAKPOS у базу даних EUPOS (Station DataBase) [4]. Після виконання усіх необхідних процедур із реєстрації референцних станцій Україна отримала доступ у базу даних EUPOS і є її учасником з квітня 2010 р. Зі всіх країн-учасниць EUPOS лише Боснія і Герцеговина, Казахстан, Молдова, Росія та Чорногорія не мають своїх представництв у базі даних. Зазначимо, що однією із вимог щодо обміну GNSS-даними між сусідніми країнами EUPOS та укладання при цьому угод є необхідність реєстрації у її базі даних.

EUPOS Reference Stations in Ukraine			Approximate ETRS 89 Cartesian coordinates			Approximate ETRS 89 Geographic coordinates						
			X	Y	Z	Latitude			Longitude			Height
Station ID	City or Town	RTCM ID	[m]	[m]	[m]	[°]	[']	["]	[°]	[']	["]	[m]
CRNI	Chernivtsi	CRNI	3824800	1860000	4737600	+48	16	30	+025	56	0	320
HUST	Khust	HUST	3913900	1885100	4730100	+48	10	30	+023	17	40	220
MIZG	Mizhhiyya	MIZG	3881400	1687800	4756200	+48	31	30	+023	30	0	500
MUKA	Mukacheve	MUKA	3909900	1637300	4750000	+48	26	40	+022	43	20	170
RAHI	Rakhiv	RAHI	3896200	1751100	4721200	+48	03	10	+024	12	0	500
SHAZ	Shatsk	SHAZ	3632000	1609600	4973400	+51	34	10	+023	54	10	210
SULP	Lviv	SULP	3765300	1677600	4851300	+49	50	10	+024	00	50	370
VBER	V.Berezniiy	VBER	3882900	1605100	4782900	+48	53	30	+022	27	30	260

Рис. 4. Дані про референційні станції UA-EUPOS/ZAKPOS з бази даних EUPOS

Література

1. Мережа активних референчних станцій UA-EUPOS/ZAKPOS // <http://zakpos.zakgeo.com.ua/>.
2. Мережа активних референчних станцій GNSSnet.hu//<http://www.gpsnet.hu/>.
3. Guideline for Cross-Border Data Exchange// http://www.eupos.org/images/eupos_files/guideline_for_crossborder_data_exchange.pdf.
4. База даних EUPOS // <http://www.eupos.hu/EUPOS-ESDB.php>.

Досвід міжнародної співпраці щодо обміну GNSS-даними на прикладі мережі активних референчних станцій UA-EUPOS/ZAKPOS

С. Савчук

Розглядаються аспекти міжнародної співпраці щодо обміну GNSS-даними між мережами активних референчних станцій України та Угорщини.

Опыт международного сотрудничества в области обмена GNSS данными на примере сети активных референчных станций UA-EUPOS/ZAKPOS

С. Савчук

Рассматриваются аспекты международного сотрудничества в области обмена GNSS-данными между сетями активных референчных станций Украины и Венгрии.

Experience of the international cooperation in the field of exchange GNSS of data for an example of active reference stations network UA-EUPOS/ZAKPOS

S. Savchuk

Aspects of the international cooperation in the field of exchange GNSS of data between active reference stations networks of Ukraine and Hungary are considered.

23 to 24 September 2010

Albena resort, Varna, Bulgaria

**XX International Symposium
Modern technologies, education
and professional practice
in geodesy and related fields
Home | Find | Add a conference**

[http://cim.bg/index.php/en/view/
organizing-xx-international-
symposium-geodesy](http://cim.bg/index.php/en/view/organizing-xx-international-symposium-geodesy)

30 November – 1 December

The Hague, The Netherlands

**European LiDAR
Mapping Forum 2010.**

www.lidarmap.org

5–7 October

Cologne, Germany

INTERGEO

www.intergeo.de

8–10 November

Las Vegas, USA

**Trimble Dimensions 2010-Converge.
Connect. Collaborate**

www.trimbledimensions.com