

ПРО ДЕРЖАВНУ МЕРЕЖУ МОНІТОРИНГУ ГЛОБАЛЬНИХ НАВІГАЦІЙНИХ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ

**К.П. Волох¹, В.О. Козлов², О.М. Лук'янов², Є.Є. Малафєєв²,
Є.І. Махонін¹, І.Г. Ноздрін², В.М. Ярошенко²**

¹ Національне космічне агентство України, 03680, МСП, м. Київ, вул. Боженка, 11,
E-mail: yd@nsau.kiev.ua

² ВАТ "АТ НДІ радіотехнічних вимірювань", 61054, м. Харків, вул. Ак. Павлова, 271,
E-mail: common@niiri.kharkov.ua

Розглядаються шляхи створення та забезпечення функціонування і розвитку в Україні Державної мережі моніторингу ГНСС. Наводяться розрахунки апріорної точності навігаційних вимірювань на території України та Європи, які можуть бути отримані завдяки використанню інформації мережі моніторингу.

В 2001-2002 роках рішеннями керівництва держави були поставлені завдання щодо підвищення ефективності застосування супутникових радіонавігаційних систем і технологій, зокрема щодо створення Державної інтегрованої системи інформаційного забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження). Вирішення цих завдань стане можливим після виконання багатьох заходів, але одним з головних слід вважати утворення Державної мережі моніторингу глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) GPS / ГЛОНАСС / EGNOS / Galileo.

На цей час на території України розташовані підпорядковані НКАУ, НАНУ, Міністерству освіти і науки, Міністерству екології та природних ресурсів, Держстандарту України пункти, які оснащені прецизійними наземними радіотехнічними, оптичними, кванто-оптичними та оптико-електронними засобами спостережень космічних об'єктів.

Названі пункти спостережень використовуються в міжнародних наукових дослідженнях глобальних екологічних та геодинамічних процесів, в координатно-часовому забезпеченні держави, при впровадженні в Україні Світової геодезичної системи координат WGS-84, в

Національній системі сейсмічних спостережень та підвищення безпеки проживання населення у сейсмо-небезпечних районах тощо.

При відповідній модернізації зазначених пунктів спостереження вони можуть бути об'єднані в нову міжвідомчу організаційно-технічну структуру – Державну мережу моніторингу ГНСС, яка зважаючи на постійне поширення застосування супутникових радіонавігаційних технологій в Україні може стати одним з чинників національної безпеки і обороноздатності держави, її економічного та науково-технічного розвитку.

1. Призначення, основні завдання Державної мережі моніторингу ГНСС

Державна мережа моніторингу ГНСС призначена для збору, опрацювання і доведення інформації про параметри та характеристики навігаційного поля, що формується цими ГНСС, до органів виконавчої влади, державних служб та установ при виконанні ними робіт із навігаційного та базового координатно-часового забезпечення в Україні.

На Державну мережу моніторингу ГНСС будуть покладені такі завдання:

– збір та опрацювання в реальному масштабі часу навігаційної інформації, яка буде отримуватись пунктами спостереження мережі від усіх видимих з території України супутників глобальних навігаційних супутникових систем, для

визначення як цілісності цих систем, так і параметрів навігаційного поля, що ними формується;

– надання в узгодженому обсязі Міністерству екології та природних ресурсів, Міністерству оборони, Державній службі єдиного часу та еталонних частот України вище вказаної зареєстрованої інформації для виконання робіт з забезпечення базового координатно-часового забезпечення, топогеодезичного та картографічного забезпечення держави;

– розповсюдження наземними та супутниковими засобами телекомунікацій інформації про цілісність ГНСС та корегуючої інформації до параметрів навігаційного поля, що ними формується, в інтересах виконання органами вико-навчої влади, установами, організаціями та підприємствами України, незалежно від їх форми власності, робіт з навігаційного забезпечення об'єктів, оснащених супутниковою радіо-навігаційною апаратурою;

– виконання GPS-спостережень згідно Програми функціонування і розвитку Національної системи сейсмічних спостережень та підвищення безпеки проживання населення у сейсмо-небезпечних районах і згідно Плану заходів щодо впровадження на території України Світової геодезичної системи координат WGS-84;

– обмін в узгодженому обсязі навігаційною інформацією з центрами управління систем GPS, ГЛОНАСС, EGNOS;

– участь у виконанні міжнародних науково-технічних програм з застосуванням апаратури супутникової навігації та інших наукових дослідженнях.

2. Склад Державної мережі моніторингу ГНСС та принципи її функціонування

До Державної мережі моніторингу ГНСС в першу чергу увійдуть існуючі та перспективні (в частині можливості входження в мережу) пункти спостереження,

розташовані на базі конкретних установ та підприємств, а саме:

- в підпорядкованих НКАУ Національному центрі управління та випробувань космічних засобів (Євпаторія, Дунаївці), на підприємствах космічної галузі (ВАТ “НДІРВ” (Харків), ДНВП “Обрій” (Чернігів)), які оснащуються прецизійними контрольно-корегуючими станціями;

- на базі перманентних GPS-станцій, підпорядкованих Держстандарту (Національний науковий центр “Інститут метрології” (Український метрологічний центр Державної служби єдиного часу та еталонних частот, м. Харків), НАНУ (Головна астрономічна обсерваторія, м.Київ; Полтавська гравіметрична обсерваторія, м.Полтава) та Міносвіти (УжНУ, м.Ужгород; НТУ “Львівська політехніка”, м.Львів; МикаО, м.Миколаїв; Міжвузівський НДЦ “Оріон”, м.Алчевськ).

В подальшому до складу Державної мережі моніторингу ГНСС в інтересах більш повного покриття території України доцільно ввести пункти спостереження в м.Шацьку (Волинська обл.), м.Бердянську (Запорізька обл.), м.Ізмаїлі (Одеська обл.), які можна буде заснувати на базі підприємств, що підпорядковані Міністерству екології та природних ресурсів.

В разі, якщо інші державні служби, установи та підприємства за власними цільовими програмами будуть створювати пункти спостереження ГНСС, то повинна бути забезпечена можливість інформаційного обміну зазначених пунктів з Державною мережею моніторингу ГНСС в інтересах надійного виконання покладених на неї завдань на особливий період.

Утворення Державної мережі моніторингу ГНСС є першим етапом у розбудові Системи космічного навігаційного забезпечення, яка створюється НКАУ в межах Національної космічної програми України і розгортання якої буде завершено з появою космічного сегменту на основі національного ГСЗ.

Державна мережа моніторингу ГНСС буде функціонувати на принципах:

- одноосібного надання результуючої інформації визначення параметрів навігаційного поля ГНСС до Державної інтегрованої системи інформаційного забезпечення управління рухомими об'єктами та доведення цієї інформації до заінтересованих органів виконавчої влади, підприємств та організацій;

- забезпечення надійного та контрольованого постачання споживачам ГНСС в Україні як широкозонної диференційної корегуючої інформації всієї Державної мережі моніторингу ГНСС, так і диференційної корегуючої інформації, виробленої окремими пунктами спостережень;

- інформаційній сумісності з міжнародними мережами моніторингу ГНСС (в першу чергу – з EGNOS) та тими, що використовують інформацію ГНСС у міжнародних наукових програмах, з узгодженим обсягом інформаційного обміну;

- повної та оперативної доступності до інформації Державної мережі моніторингу ГНСС всіх установ та організацій Міністерства оборони, Міністерства екології та природних ресурсів, НАКАУ, НАНУ, Держстандарту України в інтересах виконання покладених на них завдань;

- дотримання вимог законодавства України щодо охорони державної таємниці, технічного та криптографічного захисту інформаційних ресурсів, які обробляються на пунктах спостереження Державної мережі моніторингу ГНСС та передаються наземними та супутниковими каналами зв'язку;

- відповідне тематичне опрацювання навігаційної інформації буде виконуватись в Центрі контролю навігаційного поля НАКАУ, в Українському центрі визначення параметрів обертання Землі НАНУ, в Інформаційно-обчислювальному центрі НДІГК Мін-екоресурсів, в Українському метрологічному центрі Держстандарту.

3. Стратегія створення та розвитку Державної мережі моніторингу ГНСС

Основні технічні проблеми, які необхідно вирішити при створенні Державної мережі моніторингу ГНСС, полягають в:

- уніфікації та модернізації програмно-технічних засобів прийому та опрацювання навігаційної інформації в пунктах спостережень,

- організації збору інформації з пунктів спостережень в вище зазначені центри швидкісними виділеними наземними та супутниковими каналами зв'язку,

- організації доведення опрацьованої інформації до споживачів.

Крім того для підвищення інформативності та надійності навігаційних визначень доцільним є інформаційний обмін Державної мережі з міжнародними мережами моніторингу ГНСС. Так, включення окремих пунктів Державної мережі до складу наземної мережі станцій моніторингу (RS) системи EGNOS підвищить ефективність використання інформації EGNOS в Україні на 30-40% без будь-яких капітальних вкладень.

В зв'язку з цим стратегія створення і розвитку Державної мережі полягає в паралельному вирішенні завдань на наступних напрямках.

Модернізація та розвиток програмно-технічних засобів.

Завдання, які вирішуватиме Державна мережа потребують постійної уніфікації та модернізації програмно-технічних засобів прийому та опрацювання супутникової навігаційної інформації в пунктах спостережень.

Апаратура, яка буде функціонувати на пунктах спостережень, повинна мати однакові експлуатаційно-технічні характеристики, при чому такі, які б дозволяли їй одночасно вирішувати завдання в інтересах Міністерства оборони, Міністерства екології та природних ресурсів, НАКАУ, НАНУ, Держстандарту, Державної служби єдиного часу та еталонних частот

України та інших органів центральної виконавчої влади.

Програмно-технічні засоби пунктів спостереження, їх цілісність та функціональна коректність повинні бути доступні віддаленому контролю з Центру контролю навігаційного поля НКАУ.

Експлуатаційна служба Державної мережі повинна оперативно вирішувати питання ремонту або заміни обладнання, яке вийшло із строю.

Створення та розвиток системи збору та обробки інформації.

Поєднання елементів Державної мережі з центрами тематичної обробки для обміну інформацією та командами (сигналами) оперативного управління, а також обмін інформацією між тематичними центрами буде здійснюватись за допомогою швидкісних наземних і супутникових телекомунікаційних ліній і мереж, діючих:

- в реальному відліку часу – в інтересах вирішення завдань навігаційного забезпечення,

- у визначені часові періоди – в інтересах вирішення завдань базового координатно-часового забезпечення, міжнародних наукових досліджень глобальних екологічних та геодинамічних процесів, при впровадженні в Україні Світової геодезичної системи координат WGS-84, в Національній системі сейсмічних спостережень.

Основою системи збору інформації в Державній мережі повинні стати супутникові та оптоволоконні канали зв'язку (з швидкістю >128 Kb/c).

Система збору інформації повинна бути замкненою з можливістю виходу у зовнішні мережі тільки через тематичні центри обробки з додержанням вимог інформаційної безпеки і збереження інформаційних ресурсів.

Обробка інформації в тематичних центрах повинна виконуватись на базі операційних систем та обчислювальних потужностей, сумісних як між собою, так і з міжнародними інформаційними та навігаційними центрами.

Комплекси спеціального програмного забезпечення обробки інформації в тематичних центрах Державної мережі моніторингу ГНСС повинні бути методично узгодженими щодо вирішення завдань, перелічених в розділі 1.

4. Етапи створення і розвитку Державної мережі моніторингу ГНСС.

1. Облаштування пунктів спостереження Державної мережі за єдиною конструкторською документацією, уніфікація програмно-технічних комп-лексів пунктів спостереження, досягнення сумісності їх з RIMS системи EGNOS (2002-2005).

2. Розробка та адаптація програмного забезпечення тематичних центрів обробки навігаційної інформації, в першу чергу – Центру контролю навігаційного поля НКАУ (2002-2003).

3. Створення системи метрологічного забезпечення Державної мережі (2002-2004).

4. Створення телекомунікаційної системи інформаційного обміну між елементами Державної мережі (2002-2003).

5. Відпрацювання системи збору інформації з пунктів спостереження в тематичні центри (2003-2004).

6. Відпрацювання взаємодії пунктів спостереження Державної мережі з центрами управління систем EGNOS та ГЛОНАСС (2002-2004).

7. Розробка ДСТУ на розповсюдження в Україні інформації моніторингу ГНСС національними технічними засобами (2002-2003).

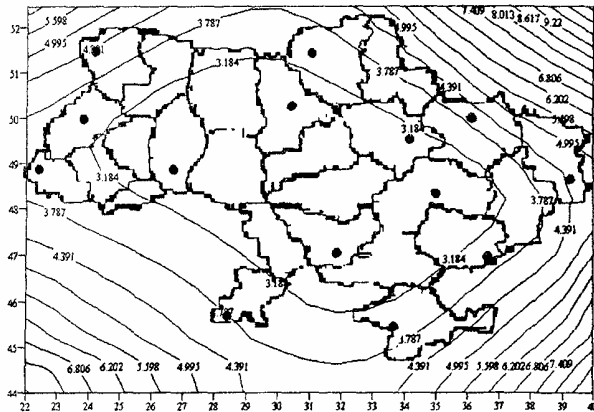
8. Розробка комплексів технічних засобів для розповсюдження в Україні інформації моніторингу ГНСС радіо-, телевізійними та комп'ютерними мережами (2003-2004).

9. Створення комплексної системи захисту інформаційних ресурсів Державної мережі моніторингу ГНСС (2003-2004).

10. Випробування та експлуатація Державної мережі моніторингу ГНСС у повному обсязі (2004-2005).

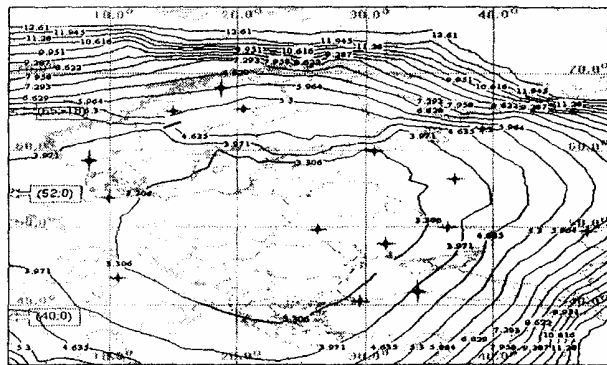
5. Перспективні наслідки утворення в Україні Державної мережі моніторингу ГНСС

Державна мережа моніторингу ГНСС буде створена як багатоцільова високотехнологічна телекомунікаційна навігаційно-інформаційна система передового науково-технічного рівня для виконання різноманітних завдань в галузях супутникової навігації, геодезії та сейсмології, фундаментальних та прикладних наукових досліджень за міжнародними науковими програмами.



Мал. 1 – помилки місцевизначення у площині горизонту в метрах (2σ)

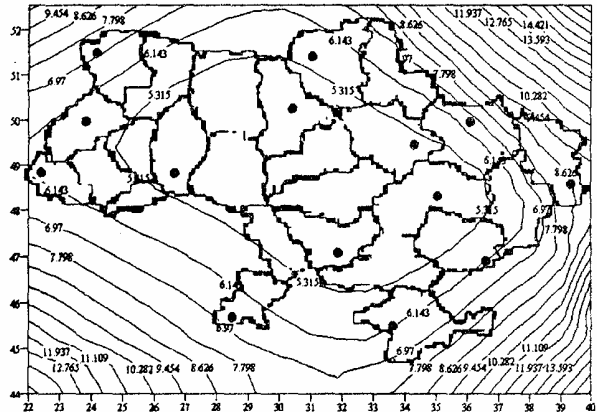
Моделювання за незалежними методиками ВАТ НДІРВ (Харків) та GNSS-1 Project Office (Тулуза) показало, що участь частини пунктів спостереження Державної мережі в системі EGNOS буде досить ефективною - точність навігаційних визначень споживачів системи EGNOS на територіях України, Білорусії, Польщі, Румунії, а також на значній території європейської частини Російської



Мал.3. Помилки у площині горизонту (2σ), м

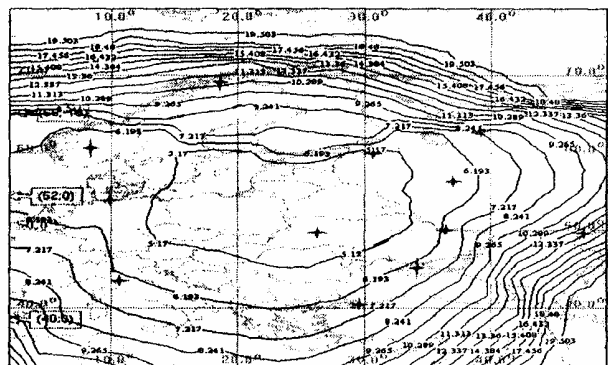
При цьому головним досягненням стануть характеристики навігаційного забезпечення, завдяки отриманій можливості надавати споживачам як широкозонну диференційну корегуючу інформацію всієї Державної мережі, так і диференційну корегуючу інформацію, вироблену окремими пунктами спостережень.

Граничні залишкові навігаційні похибки апаратури споживача (при швидкості споживача $V \leq 1,0$ км/с) з імовірністю 95% (2σ) для всієї території України показані на малюнках 1, 2.



Мал. 2 – помилки місцевизначення по висоті в метрах (2σ)

Федерації підвищиться на 30-40%, при цьому похибка в визначенні висоти (2σ) не перевищуватиме 5 м. Розрахунки свідчать і про значну ефективність створення спільної Українсько-Російської мережі моніторингу ГНСС, яка могла б функціонувати як східне продовження системи EGNOS (див. мал.3, 4), так і окремо, базуючись тільки на українських і російських ККС та одному з російських геостационарних супутників Землі.



Мал.4. Помилки по висоті (2σ), м

Утворення Державної мережі моніторингу ГНСС дасть змогу започаткувати розбудову в Україні системи забезпечення органів виконавчої влади, державних служб та установ інформацією гарантованої якості про параметри та характеристики ГНСС при організації та виконанні ними робіт із навігаційного та базового координатно-часового забезпечення в інтересах оборони і національної безпеки, зростання економічного та науково-технічного потенціалу держави. 1. Концепція створення та експлуатації системи навігаційно-часового забезпечення України за період 2000-

2005 рр. – Національне космічне агентство України, 2000. – 29 с.

1. Концепція створення та експлуатації системи навігаційно-часового забезпечення України за період 2000-2005 рр. – Національне космічне агентство України, 2000. – 29 с.

2. Верещак О.П., Кот П.О., Козлов В.О., Махонін Є.І., Волох К.П. Космічна наука і технологія. – 2001. – т.7, №4. – с. 5 – 11.

3. Козлов В.О., Лук'янов О.М., Ноздрін І.Г., Космічна наука і технологія. – 2001. – т.7, №4. – с. 22 – 24.

CONCERNING STATE MONITORING NETWORK OF GLOBAL NAVIGATIONAL SATELLITE SYSTEMS.

**K.P. Volokh¹, V.O. Kozlov², O.M. Lukyanov², E.E. Malafeev²,
E.I. Makhonin¹, I.G. Nozdrin², V.M. Yaroshenko².**

¹ National Space Agency of Ukraine, Ukraine, 03680, Kiev, Bozenko St., 11,
E-mail: yd@nsau.kiev.ua

² Open Joint Stock Company "JSC Scientific - Research Institute of Radioengineering Measurements", Ukraine, 61054, Kharkov, Ac. Pavlov St., 271,
E-mail: common@niiri.kharkov.ua

The approaches of creation and augmentation of GNSS state monitoring network are considered. The a priori accuracy estimation of navigation measurements on territory of Ukraine, as well as on European territory with using of monitoring network are resulted.