

<i>Ланьо О.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕРЕЖЕВОГО РОЗВ'ЯЗКУ НА ТЕС- ТОВІЙ GNSS МЕРЕЖІ	52
<i>Малік Т.М., Шульц Р.В.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ ПРОСТОРОВИХ КОНСТРУКЦІЙ СКЛАДНОЇ ФОРМИ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ	55
<i>Тревого І.С., Ільків Є.Ю., Кухтар Д.В.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ БАРАБАНЧИКА ОПТИЧНОГО МІКРОМЕТРА НІВЕ- ЛІРА	59
<i>Мамонтова Л.С.</i> ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ОБЕРНЕНОЇ КУТОВОЇ ЗАСІЧКИ ДЛЯ ВИКО- НАННЯ ПРОМІРНИХ РОБІТ НА ВНУТРІШНІХ ВОДОЙМАХ	61
<i>Пряха Б.Г.</i> ОЗНАЧЕННЯ ВІДХИЛЕНЬ ТА РІЗНИЦЬ ВИМІРІВ	72
<i>Терещук О.І., Савчук С.Г., Нисторяк І.О.</i> АКТИВНІ GNSS МЕРЕЖІ ТА РЕГІОНАЛЬНА ГЕОДИНАМІКА	79
<i>Ищенко М.В., Хода О.А.</i> ВЛИЯНИЕ МОДЕЛЕЙ КАЛИБРОВКИ КОМБИНАЦИЙ АНТЕННА-КУПОЛ НА КООРДИНАТЫ ПЕРМАНЕНТНЫХ GPS-СТАНЦИЙ	81
<i>Шульц Р.В.</i> ТЕХНОЛОГІЯ КАЛІБРУВАННЯ НАЗЕМНИХ ЛАЗЕРНИХ СКАНЕРІВ	85
<i>Назаров Д.Г.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННО-СКАНЕРНЫХ СИСТЕМ SWISS TROLLEY НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА	88
<i>Афонин Д.А.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ОТРАЖАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПУНКТОВ ПЛАНОВОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗБИВОЧНОЙ СЕТИ НА ЗАСТРОЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ	92

ЗЕМЛЕУСТРІЙ І КАДАСТР. ВОДНІ РЕСУРСИ

<i>Пінчук О.В., Пінчук В.Ф.</i> ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕНИХ ВНАСЛІДОК ЧОРНО- БИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ ТЕРИТОРІЙ НА ЧЕРНІГІВЩИНІ	94
<i>Podciborski T., Trystuła A.</i> PODZIAŁY NIERUCHOMOŚCI NIEZURBANIZOWANYCH W ASPEKTCIE ŁADU PRZESTRZENNEGO	98
<i>Бурачек В.Г., Гладких І.І., Семака О.М.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ТА НАПРЯМУ РУХУ ВОДНОГО ПОТОКУ З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРА- ЗВУКУ	104
<i>Хропот С.Г.</i> МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЗАПОЧАТКУВАННЯ ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ НА ТЕРЕНАХ СХІДНОЇ ГАЛИЧИНИ	109

¹Чернігівський державний інститут економіки і управління

²Національний університет «Львівська політехніка»

АКТИВНІ GNSS МЕРЕЖІ ТА РЕГІОНАЛЬНА ГЕОДИНАМІКА

Головним на сучасному етапі досягненням в області технології високоточних вимірювань на основі глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) є можливість оперативного визначення або приведення просторових координат до єдиної референцної системи. Якщо сучасні стандартні послуги GNSS дозволяють визначати просторові координати з точністю до 5-10 м і така точність цілком достатня для навігації транспортних засобів, оновлення дрібномасштабних карт, прив'язки великих геологічних об'єктів і деяких інших видів робіт, то при виконанні ряду прикладних задач геодезії та геодинаміки потрібна більш висока точність. Це обумовлювало необхідність розробки нових технологічних рішень.

На першому етапі для підвищення точності вимірювань координат був запропонований статичний метод відносних вимірювань. Цей метод використовує для приймання GPS сигналів два нерухомих, просторово рознесених супутникових приймача. Спільна постобробка одержуваних даних забезпечує визначення приростів координат з мм-см точністю при значних відстаннях між точками. Подальший розвиток відносного методу призвело до розробки кінематичного методу. Цей метод передбачає, що під час вимірювань один приймач (локальна базова станція) постійно знаходиться в одній і тій же точці, а інший - переміщується по заданому маршруту. У результаті постобробки визначаються відносні координати точок знаходження під час вимірювання другого приймача. Кінематичний метод дозволяв визначати відносні координати точок знімання на відстані в 2-5 км з точністю до 1 см. При цьому час вимірювань становив не менше однієї години. Інтеграція супутникових технологій із засобами радіозв'язку дала можливість в 1992 р. розробити швидкий кінематичний метод, який працює в режимі реального часу (RTK). На той час метод RTK дозволяв визначати координати рухомого приймача на відстані 2-20 км з точністю до 1 см за час, що дорівнює не більше 5 хв. Основний недолік цього методу - передача сигналу по аналоговому радіоканалу. У період 1995-1999 рр. активно створюється інфраструктура засобів стільникового зв'язку. Використання цифрових каналів GSM дозволило з збереженням точності збільшити відстань від приймача до базової станції при вимірах швидким методом RTK до 30 км, а повільним методом DGPS - до 100 км. Час, необхідний для одного виміру на рухомій станції, вдалося скоротити до 10 с. Інтеграція супутникових і інтернет-технологій, включаючи GPRS, дозволила значно скоротити вартість послуг з передачі даних, зберігши при цьому всі переваги GSM-зв'язку. Час одного виміру на рухомій станції скоротився до 1 с. Це дало можливість розширити сферу застосування GNSS. GNSS-технології стали широко використовуватися при винесенні на місцевість проектів будівель і споруд, для спостереження за їх станом в процесі будівництва та експлуатації тощо.

З іншого боку, вдосконалення методик обробки та обладнання дозволили для RTK вимірювань (DGPS) на коротких базах до 20 км досягти точності 1-5 мм, а на довгих (100 км) - сантиметрової точності. Ці досягнення, як і колись з використанням традиційних геодезичних технологій, дозволили розгортати наземні «триангуляційні» мережі нового покоління. Елементи подібної мережі створюються на основі базових GNSS станцій. Мережа швидко розгортається, а положення

базових станцій постійно контролюється, тому наступним етапом розвитку GNSS-технологій стала технологія, заснована на використанні всіх переваг такої мережі. У цьому випадку для визначення невідомих координат приймача використовуються дані не однієї, а декількох (мінімум чотирьох) базових станцій. Для реалізації такої схеми був розроблений мережевий (Network) кінематичний метод, який при використанні режиму реального часу отримав назву Network RTK.

У мережевому підході, при збереженні точності вимірювань, збільшуються відстані відносних вимірювань і захищеність одержуваних результатів від випадкових помилок. У ньому відсутні обмеження на масштаби мереж і, отже, мережі можуть бути локальними (місцевими), регіональними (національними) і глобальними (міжнародними).

Переваги мережевого методу досягаються за рахунок:

- постійного вимірювання сигналів GPS на базових станціях мережі;
- можливості моделювання величин систематичних помилок, викликаних станом іоносфери, тропосфери і орбітальних похибок супутників по всій області мережі базових станцій;
- врахуванні цих помилок у даних, що отримуються на рухомій станції.

Мережевий метод в даний час значно розширив області застосування супутникових технологій. Він використовується не тільки при проведенні традиційних кадастрових, геодезичних та геофізичних робіт, але й для:

- спостереження за деформаціями будівель і споруд підвищеної поверховості та великої протяжності,
- дослідження за зміщеннями земної поверхні в районах виробки шахт, зсувів, карстових явищ,
- дослідження тектонічних рухів платформ,
- дослідження землетрусів, цунамі, повеней.

Особливу роль мережі базових GNSS станцій грають для районів з високою ймовірністю стихійних лих. У цих районах створюються мережі з великою кількістю базових станцій. Так, наприклад, в Лос-Анджелесі (штат Каліфорнія, США) створена мережа з 250 GNSS станцій, а в Японії - з 1200 станцій.

Поєднання земної системи координат із інерційною (зоряною) дозволяють використовувати технології GNSS вимірювань для спостереження за глобальною геодинамікою - спостереженням за рухом полюсів, земного ядра, тектонічних плит, швидкістю обертання Землі, припливною динамікою. Такі роботи ведуться в рамках спеціальних міжнародних служб, наприклад, IGS (Міжнародна GNSS служба) і організацій IAG (Міжнародна Геодезична Асоціація). Відносно недорогое GNSS-обладнання та програмне забезпечення дозволяє брати участь у процесі спостереження за геодинамікою як службам малих країн, так і окремим науковим організаціям. Основна вимога - розгортання і постійна робота мережі базових GNSS станцій, тобто постійне одержання супутникової інформації і передача даних по інтернет-мережі в міжнародні, регіональні та національні центри даних. Це дозволяє отримувати дані як по точному позиціонуванню своїх GNSS станцій, що включені у мережу, так і інформацію про становище інших станцій та вести аналіз змін їх положення. У національних масштабах підключення до IGS пов'язано з вибором місць розташування базових станцій, вигідних для дослідження регіональної геодинаміки. На другому етапі національна мережа спостережень повинна бути точно прив'язана до загальноземної системи відліку ITRS/ITRF, що використовується в IGS.