

# To the question of GPS observations duration depending on vector lengths

Igor Toropa<sup>1</sup>, Yuliya Pishko<sup>2</sup>

Engineering Geodesy Department,  
Lviv Polytechnic National University,  
UKRAINE, Lviv, 12, S. Bandera Str.,  
E-mail: <sup>1</sup>toropa@polynet.lviv.ua  
<sup>2</sup>yupiro12@gmail.com

The aim of this research is verification of dependence of the real exactness of vectors lengths determination from the duration of observation and vector lengths.

Monitoring data of eleven permanent stations located in the North America in the state of California were used. In the selected permanent stations monitoring is conducted by the two-frequency transceivers manufactured by two GPS production companies (Trimble and Ashtech). For the research there were worked out 24 vectors the lengths of which are in a range from 2.7 to 21.7 km.

From the results of daily observations of every vector there were formed sessions of different duration.

All sessions of every vector were processed by the program Trimble Geomatics Office. As a result there were received fifteen lengths for each out of twenty four vectors.

Fifteen values of lengths of every vector were compared to their length calculated according to the initial co-ordinates, i.e. there were calculated differences, which can be considered an error value of vector length, received from every session. According to the values of differences the middle quadratic errors of determination of vector length were calculated for every duration of observation.

The result of research confirms the presence of close dependence of exactness between the middle quadratic errors of length of vector and duration of observation. Thus, there is no substantial difference in exactness of lengths of vectors received from 24-hour and 12-hour sessions. Further reduction of sessions up to 30 minutes inclusive fluently diminishes exactness of lengths of vectors. At duration of sessions less than 30 minutes the exactness is substantially diminished in vectors with lengths from 10 to 20 km. Thus, the use of five- and ten-minute sessions on vectors longer than 10 km is needed only in case when there are no high requirements to the exactness of position-finding of points.

*Переклад виконано в Агенції перекладів PIO  
www.pereklad.lviv.ua*

# До питання тривалості GPS спостережень в залежності від довжин векторів

Ігор Торопа<sup>1</sup>, Юлія Пішко<sup>2</sup>

Кафедра інженерної геодезії,  
Національний університет "Львівська політехніка",  
УКРАЇНА, м.Львів, вул.С.Бандери, 12,  
E-mail: <sup>1</sup>toropa@polynet.lviv.ua  
<sup>2</sup>yupiro12@gmail.com

*Метою статті є дослідження оптимальної тривалості спостережень в залежності від довжин векторів-баз, а також формування практичних рекомендацій, які дозволять отримати достовірні результати проведених робіт за допомогою GPS приймачів.*

**Ключові слова** – GPS спостереження, супутникові виміри, опрацювання GPS спостережень.

## I. Вступ

Перед геодезистами України стоїть завдання оновлення та модернізації державної геодезичної мережі. Роботи з метою модернізації планової державної мережі вже розпочаті. Проведення їх тісно пов'язане з використанням супутникових систем визначення місця положення.

Точність визначення положення пунктів супутниковими методами залежить від багатьох факторів, головними з яких є віддаль між одночасно працюючими приймачами, тривалість спостережень і кількість та геометрія розташування супутників, сигнали яких приймають приймачі. Одним з важливих і не вирішених до кінця питань є обґрунтоване визначення необхідної тривалості відносних статичних спостережень при створенні геодезичних мереж.

## II. Постановка завдання та виклад основного матеріалу

Метою проведених досліджень є перевірка залежності реальної точності визначення довжин векторів від тривалості спостережень та довжин векторів.

В дослідженні використано дані спостережень одинадцяти перманентних станцій, що знаходяться в Північній Америці в штаті Каліфорнія. На вибраних перманентних станціях спостереження проводять двочастотними приймачами двох фірм виробників GPS обладнання (Trimble та Ashtech). Для дослідження проведено опрацювання 24 векторів, довжини яких знаходяться в діапазоні від 2,7 до 21,7 км, тобто вони відповідають віддалям між пунктами державної мережі України 2 та 3 класів. В табл. 1 вектори за їх довжинами поділені на дві групи та вказана їх кількість в кожній групі.

Таблиця 1

## ДОВЖИНИ ВЕКТОРІВ

Групи векторів	Діапазон довжин сторін, км	Кількість векторів
1	2-10	15
2	5-20	9

Із результатів добових спостережень кожного вектора були сформовані сесії тривалістю:

- 24 години,
- дві сесії тривалістю 12 годин,
- дві сесії тривалістю 6 годин,
- дві сесії тривалістю 3 години,
- дві сесії тривалістю 1 година,
- дві сесії тривалістю 30 хвилин,
- дві сесії тривалістю 10 хвилин,
- дві сесії тривалістю 5 хвилин.

Для формування сесій тривалістю меншою від однієї доби брались спостереження з початку та з кінця добової сесії. Таким чином для кожного вектора було сформовано 15 сесій. В цю кількість входила одна добова сесія, дві дванадцятигодинні, дві шестигодинні і т.д.

Опрацювання всіх сесій кожного вектора виконано програмою Trimble Geomatics Office. В результаті опрацювання отримано п'ятнадцять довжин кожного з двадцяти чотирьох векторів.

П'ятнадцять значень довжин кожного вектора порівнювалась з його довжиною, обчисленою за вихідними координатами, тобто обчислено різниці, які можна вважати похибкою значення довжини вектора, отриманої з кожної сесії.

З отриманих результатів можна сказати, що тісної залежності різниць від довжин векторів не спостерігається. Але очевидно є залежність цих різниць від тривалості сесій. Так майже всі різниці в сесіях тривалістю 24 години є меншими від 3 мм. В сесіях тривалістю 12 годин вони є меншими від 4 мм, в шестигодинних сесіях – меншими від 6 мм, тригодинних – 8 мм, одногодинних – 12 мм, півгодинних сесіях – 15 мм. В сесіях тривалістю 10 та 5 хв вони є меншими відповідно від 30 мм і 35 мм.

Отримані значення різниць для всіх векторів згруповані за тривалістю сесій у вісім груп, а кожна з них розділена на дві підгрупи відповідно до поділу векторів за їх довжинами (табл. 1). За значеннями різниць обчислені середні квадратичні похибки в кожній підгрупі. Їх значення зведені в табл. 2.

Таблиця 2

## СЕРЕДНІ КВАДРАТИЧНІ ПОХИБКИ ДОВЖИН ВЕКТОРІВ

Група	Тривалість сесій							
	24 год	12 год	6 год	3 год	1 год	30 хв	10 хв	5 хв
1	1,5	1,7	2,5	3,6	5,5	6,9	9,7	11,5
2	1,8	1,9	2,6	3,9	5,6	7,4	27,5	20,4

Дані табл. 2 підтверджують наявність тісної залежності точності між середніми квадратичними похибками довжини вектора та тривалістю спостережень. При цьому суттєвої різниці в точності довжин векторів, отриманих з добових та півдобових сесій не спостерігається. Далше скорочення сесій аж до 30 хвилин включно плавно зменшує точність довжин векторів. При тривалості спостережень 5 і 10 хвилин на коротших векторах зниження точності не є настільки різким, як на довших векторах.

Слід зазначити, що перманентні станції, результати спостережень на яких використані в дослідженні, знаходяться на відкритій місцевості, тому мінімальна кількість супутників, які спостерігаються одночасно, є не меншою п'яти, а значення показника GDOP не перевищують 5. Отже використані результати проведені в добрих для вимірів умовах. При наявності перешкод, меншій кількості супутників та гіршому показнику геометрії розташування супутників точність довжин векторів очевидно буде нижчою. Тому такі дослідження потрібно продовжити з метою визначення впливу кількості супутників, сигнали яких одночасно приймають приймачі, а також впливу показника GDOP.

## ВИСНОВОК

Суттєвої різниці в точності довжин векторів однієї і другої групи немає при тривалостях сесій не менших від 30 хвилин. Середні квадратичні похибки довжин векторів першої і другої груп відрізняються між собою тільки на 10 – 15 %.

При тривалості сесій менших від 30 хвилин точність значно зменшується у векторах з довжинами від 10 до 20 км. Отже використовувати п'яти- і десятихвилинні сесії на векторах довших від 10 км потрібно тільки тоді, коли немає високих вимог до точності визначення положення пунктів.

На основі проведених досліджень можна стверджувати, що на векторах до 20 км тривалість відносних GPS спостережень впливає суттєвіше на точність визначення довжин векторів ніж довжина векторів. На векторах довших від 10 кілометрів 5-ти та 10-ти хвилинні сесії можна використовувати тільки у випадках визначення координат пунктів з низькою точністю.

## ЛІТЕРАТУРА

- [1] Костецька Я., Тревого І., Луцишин Ю., Фок О. Про можливості швидкої статичної технології// Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: Зб. наук. пр. – Л., 2001. – С. 53-57.
- [2] Третяк К.Р., Шушкова Т.М. До питання оптимізації GPS-вимірів у державних мережах I і 2 класу // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища - GPS і GIS технології: Зб. наук. доповідей VI наук.-техн. симпоз. (Алушта вересень 2001). – Л., 2001. – С. 103-106.