

УДК 528.48

Янчук О. Є., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

ЕМПІРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ СУПУТНИКОВИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОЇ ВИДИМОСТІ НЕБОСХИЛУ

Наведено умови проведення та результати супутникових спостережень при обмеженій видимості небосхилу. Виконано порівняння точності таких визначень з результатами традиційних наземних вимірювань.

Ключові слова: супутникові спостереження, обмежена видимість небосхилу, точність.

Розвиток супутникових методів спостережень призвів до розширення їх сфери використання. Внаслідок цього виникає необхідність виконувати спостереження на забудованих та заліснених територіях, кар'єрах тощо, де проявляється один із недоліків ГНСС – чутливість до видимості достатньої кількості супутників на небосхилі.

У роботі [2] запропоновано порядок визначення придатності місця розташування пункту до проведення GPS-спостережень залежно від наявних перешкод, які перешкоджають прийому сигналу від супутників. Зокрема, пропонується на основі абрису перешкод визначати значення коефіцієнта відкритості горизонту, який характеризує видимість супутників у пункті спостережень, та, ґрунтуючись на ньому, обчислювати можливу точність визначення місцеположення. Для виконання попередньої оцінки точності пропонується застосовувати функціональні залежності точності визначення місцеположення залежно від коефіцієнта відкритості й тривалості спостережень [1], а також від коефіцієнта відкритості, тривалості спостережень й довжини векторів при виконанні попереднього планування сесій спостережень [3].

Недоліком, отриманих рівнянь регресії є те, що вони отримані на основі змодельованих даних перешкод для проходження сигналів супутників, і, як зазначалося у цих працях, потребують перевірки на практиці. Тому, метою даного дослідження є перевірка точності GPS-визначень на основі серії емпіричних спостережень.

Для проведення експерименту використовувалися два приймачі Leica GPS1200 та один приймач Leica TPS1200 SmartStation. На час

виконання спостережень (серпень 2013 року) склалася ситуація коли у м.Рівне діяли дві перманентні станції – RIVN та RVNE. Відстань до району робіт від перманентної станції RIVN становить порядку 4,7 км, а від станції RVNE – 3,6 км.

Спостереження виконувалися протягом двох днів на 5 пунктах, з яких один розташований на відносно відкритій місцевості (кут підвищення перешкод не більше 15°), а решта – під будівлями з різним ступенем закриття горизонту. У перший день два приймачі було встановлено під будівлями – точки 001-002, й один на відкритій ділянці – 003. У другий день всі три приймачі були встановлені під будівлями – точки 005-007. Причому точка 007 – це та ж сама точка 002, де встановлювався приймач у перший день. Схема розташування станцій спостереження наведена на рисунку 1.

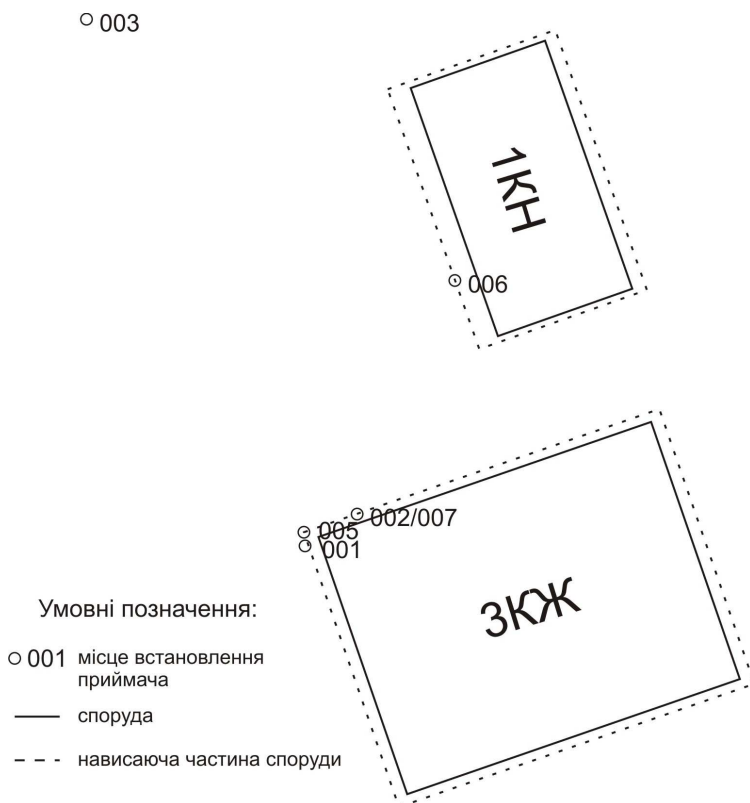


Рис. 1. Схема розташування пунктів спостереження протягом двох днів

Для кожної станції спостереження складені абриси перешкод, які наведено на рис. 2. Найбільша закритість небосхилу на пункті 006 – 60%. Найбільш «відкритим» є пункт 003 – 17%. Для решти пунктів закритість небосхилу становить: 001 – 42%, 002/007 – 50%, 005 – 37%.

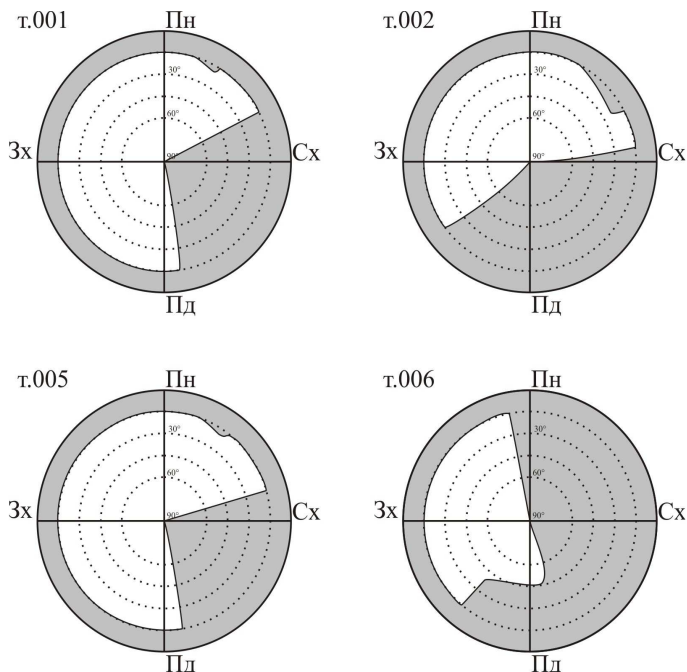


Рис. 2. Абриси перешкод на пунктах спостереження

Опрацювання спостережень виконано у програмному продукті Leica Geo Office. Координати точок спостережень для додаткового контролю визначалися від обох станцій. Одержані координати, трансформовані у прямокутні в проекції Гаусса-Крюгера, наведено у табл. 1.

Координати обчислені від різних станцій мають досить хорошу збіжність, за єдиним виключенням – точка 007 обчислена від станції RIVN відхиляється на понад 0,5 м (оцінка точності її розв'язку, визначена програмою опрацювання, у десять разів гірша від точності інших точок). Не враховуючи цей результат, для решти точок середня квадратична похибка розбіжності координат становить 5 мм, як у плановому положенні, так і у висотному. Причому, що логічно, найгірша збіжність результатів на точці 006 (де найбільше закриття небосхилу) 9 мм

у плані, та 8 мм у висоті.

Таблиця 1

Одержані розв'язки координат від обох перманентних станцій

№№ точок	Відсоток за-криття небо-схилу	Тривалість спостере-ження	Обчислені координати					
			від станції RIVN			від станції RVNE		
			x	y	H	x	y	H
001	42	8h46'	*040.611	*130.511	223.596	*040.609	*130.514	223.597
002	50	8h43'	*041.482	*131.862	223.618	*041.490	*131.860	223.615
003	17	5h05'	*067.053	*122.333	223.250	*067.054	*122.333	223.250
005	37	12h06'	*040.742	*130.668	223.610	*040.741	*130.671	223.615
006	60	12h07'	*048.217	*134.774	223.650	*048.220	*134.782	223.642
007	50	6h17'	*042.044	*131.678	223.964	*041.477	*131.863	223.601

Для подальших обчислень виконано зрівноваження координат у програмі Leica Geo Office (табл. 2).

Таблиця 2

Зрівноважені координати

№№ точок	x	y	H
001	5608040.610	5444130.512	223.596
002	5608041.486	5444131.861	223.617
003	5608067.053	5444122.333	223.250
005	5608040.741	5444130.669	223.613
006	5608048.218	5444134.778	223.646
007	5608041.498	5444131.840	223.581

Для контролю відстані та перевищення між точками визначалися безпосередніми вимірюваннями на місцевості електронним тахеометром Leica TPS1200. У таблиці 3 наведено різниці між довжинами та перевищеннями визначеними з вимірювань електронним тахеометром та обчисленими за результатами GPS-спостережень, використовуючи зрівноважені координати.

Таблиця 3

**Порівняння довжин ліній та перевищень визначених
безпосередніми наземними вимірюваннями й обчисленими за
зрівноваженими координатами**

лінія	виміряно тахеометром		визначено з GPS-спостережень		різниці	
	d, м	h, м	d, м	h, м	Δd , м	Δh , м
003-001	27.677	0.364	27.679	0.346	-0.002	0.018
003-002	27.304	0.364	27.285	0.366	0.019	-0.002
001-002	1.600	0.002	1.608	0.021	-0.008	-0.019
007-005	1.402	0.003	1.394	0.032	0.008	-0.029
007-006	7.388	-0.002	7.334	0.066	0.054	-0.068

Як видно, найбільші похибки у лініях, що містять точку 007. Тому відбракуємо результат обчислень від станції RIVN, що містить грубу похибку, та порівняємо параметри лінії використовуючи для обчислень координати т. 007 від станції RVNE (табл. 4).

Таблиця 4

**Порівняння довжин ліній та перевищень визначених
безпосередніми наземними вимірюваннями й обчисленими за
координатами т. 007 від станції RVNE**

лінія	виміряно тахеометром		визначено з GPS-спостережень		різниці	
	d, м	h, м	d, м	h, м	Δd , м	Δh , м
007-005	1.402	0.003	1.402	0.012	0.000	-0.009
007-006	7.388	-0.002	7.345	0.045	0.043	-0.047

Внаслідок таких дій значення відхилень зменшилося. Отже, найбільша похибка визначення довжини та перевищення виявилася на лінії 007-006, що пояснюється найбільшою закритістю горизонту на т. 006. У цілому середня квадратична похибка визначення довжин ліній становить 0,024 м, а перевищень 0,027 м.

З представлених попередніх результатів є можливим говорити про виконання статичних супутникових спостережень з субсантиметровою точністю в умовах обмеженої видимості небосхилу.

У подальшому планується виконати оцінку точності емпіричних спостережень при розбитті сесій на коротші інтервали та з використанням програмного забезпечення яке застосовувалося у попередніх дослідженнях, для детальної перевірки виконання функціональних залежностей.

1. Охрімчук А. Ю. Оцінка точності визначення складових векторів залежно від тривалості GPS-спостережень та обмеження видимості небосхилу / А. Ю. Охрімчук, П. Г. Черняга, О. Є. Янчук // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2011. – № 75. – С. 17–25. 2. Черняга П. Порядок визначення придатності пункту до GPS-спостережень / П. Черняга, О. Янчук // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів, 2012. – Вип. 1 (23). – С. 53–56. 3. Янчук О. Є. Оцінка точності визначення складових векторів супутникових спостережень в умовах обмеженої видимості небосхилу з попереднім плануванням / О. Є. Янчук, О. А. Тадеєв, Є. П. Бендюг // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: зб. наук. пр. – Вип. 4 (60). – Рівне, 2012. – С. 245–252.

Рецензент: к.т.н., доцент Янчук Р. М. (НУВГП)

Yanchuk O. E., Candidate of Engineering, Associate Professor
(National University of Water Management and Nature Resources Use,
Rivne)

EMPIRICAL RESEARCH OF THE SATELLITE OBSERVATIONS POSSIBILITY IN CONDITIONS OF LIMITED HORIZON VISIB- ?LITY

The conditions and results of satellite observations in limited horizon visibility are presented. Accuracy comparison of such determinations with the results of traditional ground-based measurements is executed.
Keywords: satellite observations, limited horizon visibility, accuracy.

Янчук А. Е., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОЙ ВИДИМОСТИ НЕБОСВОДА

Приведены условия проведения и результаты спутниковых наблюдений при ограниченной видимости небосвода. Выполнено сравнение точности таких определений с результатами традиционных наземных измерений.
Ключевые слова: спутниковые наблюдения, ограниченная видимость небосвода, точность.
