

Висновки. 1. Застосування систематичного інструментального геодезичного моніторингу дає можливість визначати параметри зсувних процесів для кожної ділянки схилу і своєчасно виявляти зміни положення поверхні схилу та будинків й споруд, розміщених на ньому. 2. На підставі параметрів зміщень слід правильно виявляти зсувонебезпечні території, визначити їх межі та ухвалювати рішення щодо відведення цих ділянок для будівництва, вибору матеріалу і конструкції під час проектування протизсувних заходів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Постанова* кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 р. № 1256 “Комплексна програма протизсувних заходів на 2005-2014 роки”.
2. *Брайт П.И.* Геодезические методы измерения смещений на оползнях /П.И. Брайт. – М.: Недра, 1965. – 113 с.
3. *Григоренко А.Г.* Измерение смещений оползней /А.Г. Григоренко. – М.: Недра, 1988. – 142 с.
4. *Букринский В.А.* Геометризация месторождений полезных ископаемых / В.А. Букринский, Ю.В. Коробченко. – М.: Недра, 1977. – 526 с.
5. *Гордеев В. А.* Основы геометризации геотехнических условий разработки на карьерах: автореф. на здобуття наук. ступеня дис. д-ра техн. наук. спец.: 05.24.01. /В.А. Гордеев. Спб. 1994. – 32 с.
6. *Зуска А. В.* Вплив геометрії параметрів масиву на зсувні процеси в м. Дніпропетровську /А.В. Зуска //Вісник Житомирського технологічного університету. – Житомир, 2006. – Вип. 1. – № 36. – С.137–146.

Надійшла до редакції

15.01.2013

УДК 528.2

Я.М. Костецька

Ю.Р. Пішко

І.М. Торопа

ВПЛИВ КУТА ВІДСІЧКИ НА ТОЧНІСТЬ ПОЛОЖЕННЯ ПУНКТІВ В МЕРЕЖАХ, СТВОРЮВАНИХ З ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ GPS I GLONASS

Розглянуто вплив кута відсічки на точність положення пунктів мереж, отриманих за спостереженнями супутників одночасно систем GPS і GLONASS, які є практично таким самим, як і в результаті спостережень супутників тільки системи GPS.

Ключові слова: кут відсічки, супутникові системи GPS і GLONASS

Постановка проблеми. Останніми роками відбулися суттєві зміни у застосуванні глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС). Системи стали

відкритими для цивільного використання, підвищилася якість обладнання супутників та збільшилась їх кількість. Нині почали використовуватись основні генератори супутників з більшою стабільністю частоти, що підвищило точність часової синхронізації сигналів супутникового сегмента. Відбулося також оновлення та розширення наземного сегмента ГНСС, що підвищило якість ефемерид. Функціонує російська система GLONASS. Поступово вводяться в дію й інші супутникові системи. Дедалі ширше в геодезії використовують приймачі, які одночасно приймають сигнали двох систем - GPS і GLONASS і виконують вимірювання віддалей до їх супутників. Завдяки цьому збільшилась кількість визначених приймачами величин. Усе це потребує перегляду основних параметрів методики супутникових спостережень, зокрема й відносних статичних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з параметрів методики супутникових спостережень є кут відсічки, значення якого визначають у нормативних документах залежно від точності вимірювань. Але параметри методики супутникових спостережень були встановлені ще в минулому столітті, коли функціонувала тільки одна система NAVSTAR GPS, а кількість супутників була меншою, ніж в наш час.

У нормативних документах різних країн для відносних статичних спостережень зазначено різні кути відсічки: 10° [8, 4], 12° [5], від 13° до 15° [11], 15° [1, 9, 3, 7, 10]. В Україні під час створення й оновлення ДГМ 1-го класу встановлено кут відсічки 10° , а для спостережень в мережах 2-го та 3-го класу допускається 15° [1]. В Австралії також встановлено кути відсічки залежно від класу мереж. У мережах 1-го класу - 0° , 2-го і 3-го класу - 7° та 15° - в мережах 4-го і 5-го класу [6].

Сигнали супутників, які функціонують близько до горизонту, не рекомендують використовувати, оскільки через зменшення кута нахилу напрямку на супутник збільшується частина шляху його сигналу до приймача, що пролягає крізь атмосферу. Особливо негативним є те, що шлях сигналу близький до поверхні Землі, тобто припадає на приземний шар тропосфери, де відбуваються найбільш інтенсивні зміни метеорологічних параметрів. Ще однією причиною встановлення певного значення кута відсічки є бажання зменшити вплив багатопляховості сигналів супутників, тобто уникнути впливу їх відбиття від різноманітних об'єктів. Приймач приймає основний сигнал супутника, що пройшов шлях без заломлень, разом з відбитими сигналами, які спричиняють помилку у виміряних до супутника віддальх.

Певні аспекти використання GPS в умовах обмеженої видимості горизонту описані, зокрема, в праці [11], у якій одним з питань є дослідження точності GPS-спостережень різної тривалості (30 та 60 хв.) за кутів відсічки 0° , 5° та 15° . Ці дослідження підтвердили, що найкращі результати отримують, використовуючи супутники за кута відсічки 15° .

Постановка завдання. Істотне збільшення кількості супутників за умови використання двох і більше ГНСС дає підстави припустити, що збільшення кута відсічки не буде негативно впливати на точність визначення положення приймача. А це розширює можливості застосування супутникових спостережень в умовах обмеженої видимості супутників, наприклад, в гірських місцевостях або в населених пунктах з висотною забудовою.

Метою проведеного нами дослідження є з'ясування впливу зміни кута відсічки на точність визначення положення пунктів супутникових мереж за різної тривалості спостережень дво- та одночастотними приймачами, які приймають тільки сигнали системи GPS, та приймачами, що приймають сигнали систем GPS і GLONASS.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження використано результати спостережень на перманентних станціях, обладнаних двосистемними приймачами (тип більшості з них – TRIMBLE NetR5), тобто на них надходять сигнали двох систем – GPS та GLONASS. Цю умову задовольняють перманентні станції, розміщені в північній частині Франції.

Результати спостережень тривалістю десять діб на вибраних перманентних станціях взяті з WEB-сторінки www.rgp.ign.fr. За даними ресурсу <http://www.trimble.com/GNSS Planning Online/IonoInformation> стан іоносфери протягом цих діб був задовільним.

За результатами спостережень сформовані три мережі, схеми яких подані на рисунку.

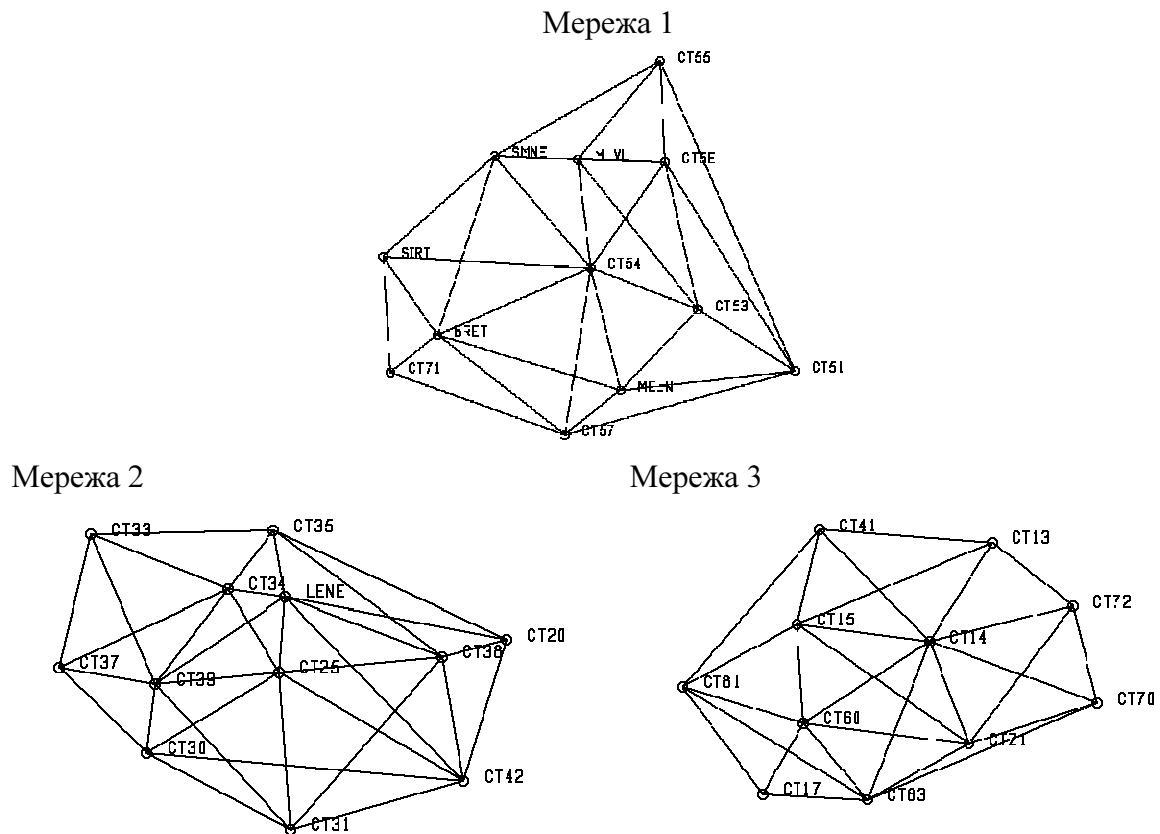


Рисунок. Схеми мереж

Перша з них складається з 12 перманентних станцій та 30 векторів з довжиною від 8,6 до 49,0 км. Середнє значення довжин векторів в мережі становить 21,9 км. Друга мережа складається також з 12 перманентних станцій і 33 векторів, довжина яких становить від 8,6 до 46,7 км, а їх середня довжина – 22,7 км. Третя мережа складається з 11 станцій, з'єднаних між собою 28 векторами з довжиною від 13,4 до 41,1 км, середнє значення довжини векторів – 24,1 км. Отже, мережі сформовані так, що кількість станцій, векторів та їх довжина є близькими за цими показниками.

Опрацювання результатів спостережень виконано програмою Trimble Business Center, яка дає змогу встановлювати будь-які значення кута відсічки, вилучати з опрацювання певні супутники, не брати до уваги результати спостережень на частоті L2. Ці можливості використано для формування сеансів спостережень різної тривалості дво- і одночастотними приймачами за різних кутів відсічки.

На першому етапі були опрацьовані спостереження тривалістю 10 діб та отримані просторові координати пунктів трьох мереж, за якими обчислено їх планові координати в проекції Гаусса–Крюгера. Ці значення координат потрактовано нами в дослідженні як істинні, з ними порівняно планові координати пунктів, отримані зі спостережень дво- і одночастотними приймачами різної тривалості, за різних кутів відсічки.

За період, за який нами взяті результати спостережень, показник GDOP практично не перевищував трьох одиниць, тобто геометрія розташування супутників була задовільною за кількості супутників, не меншої, ніж шість.

Для кожної мережі сформовано по три сеанси спостережень дво- і одночастотними приймачами сигналів супутників двох систем (GPS і GLONASS) тривалістю 12 год, по шість сеансів тривалістю 6 год та по дванадцять сеансів тривалістю 3, 2, 1, 0,5 і 0,25 год, тобто тривалість сеансів така, яку часто використовують в інженерно-геодезичних роботах. Усього сформовано по 69 сеансів для кожної мережі.

Крім того, для порівняння такі самі сеанси були сформовані з результатів спостережень супутників тільки системи GPS.

Кожний із сеансів спостережень супутників двох систем і таку саму кількість сеансів спостережень супутників тільки системи GPS опрацьовано в п'ятьох варіантах, а саме за кутів відсічки 0° , 5° , 10° , 15° і 20° . Таким чином, усього в кожній мережі опрацьовано 690 сеансів спостережень.

Результатом опрацювання є планові координати пунктів трьох мереж, які порівнювали з їх істинними значеннями. За різницею координат, отриманих з опрацювання, та їх істинними значеннями обчислені СКП координат пунктів та положення пунктів трьох мереж за кожного з кутів відсічки для тривалості всіх сеансів спостережень супутників двох систем і системи GPS. Середні значення середніх квадратичних помилок положення пунктів в міліметрах, отримані за спостереженнями супутників систем GPS і GLONASS, а також супутників тільки системи GPS наведені в таблиці.

Висновки:

1. Чіткої залежності між кутом відсічки та точністю положення пунктів, отриманих за результатами спостережень супутників двох систем і тільки системи GPS, не виявлено, особливо це стосується спостережень двочастотними приймачами. Вона практично не проявляється за кутів відсічки, не більших від 10° . Слід зазначити, що за малих кутів відсічки зростає кількість супутників, сигнали яких приймає приймач, і це, можливо, нівелює негативний вплив проходження сигналів супутників в нижньому шарі тропосфери.

2. За кута відсічки 15° точність положення пунктів, визначених за результатами спостережень супутників двох систем двочастотними приймачами, характеризуються точністю завжди, а під час спостережень одночастотними приймачами – в 76% випадків вищими, ніж за менших кутів відсічки. У разі збільшення кута відсічки до 20° точність положення пунктів під час спостережень двочастотними приймачами підвищується у 81% випадків в середньому на 3,1%, а одночастотними приймачами – у 90% випадків на 3,8%. При цьому точність положення пунктів за збільшення кута відсічки погіршується в основному за малої тривалості сеансів спостережень – 0,25 і 0,5 год.

Таблиця

Середні значення СКП положення пунктів, мм

Тривалість сеансу, год	двочастотні					одночастотні				
	Значення кута відсічки, °									
	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Системи GPS і GLONASS										
Мережа №1										
12	5,3	5,4	5,3	5,1	5,0	21,5	21,6	21,6	20,6	19,0
6	6,3	6,3	6,2	5,9	5,9	21,9	22,1	21,9	20,5	19,8
3	6,8	6,9	6,8	6,5	6,4	21,8	21,8	21,9	19,6	18,7
2	7,7	7,7	7,7	7,5	7,2	23,2	23,2	23,3	21,2	20,6
1	7,4	7,4	7,4	7,3	7,1	18,2	18,3	18,2	18,0	17,2
0,5	7,0	7,0	7,0	7,0	7,1	21,1	21,1	21,1	23,5	22,9
0,25	8,2	8,2	8,2	8,2	8,6	26,5	26,5	26,5	31,0	34,3
Мережа №2										
12	5,1	5,1	5,1	4,9	4,7	27,0	27,2	26,9	27,9	24,0
6	6,3	6,3	6,3	6,1	5,9	27,0	27,1	27,0	24,4	23,4
3	6,9	6,9	6,9	6,7	6,4	27,0	27,0	27,0	24,3	23,6
2	7,2	7,3	7,2	7,0	6,8	28,0	27,9	28,0	26,6	25,6
1	8,4	8,4	8,4	7,8	7,4	23,6	23,6	23,4	19,1	18,6
0,5	8,9	8,9	8,9	8,4	7,7	24,6	26,9	26,9	23,6	21,8
0,25	9,2	8,9	9,2	8,1	8,7	26,5	27,5	27,7	24,3	24,3
Мережа №3										
12	4,3	4,4	4,3	4,1	4,0	22,0	22,1	22,0	22,9	22,4
6	5,0	5,0	5,0	4,8	4,7	21,5	21,5	21,5	20,8	18,8
3	5,8	5,8	5,8	5,6	6,4	21,9	21,9	21,9	19,7	19,0
2	6,4	6,4	6,4	6,3	6,2	23,0	23,0	23,0	22,0	21,1
1	5,2	5,2	5,2	4,9	4,8	17,8	17,7	17,8	19,0	15,9
0,5	7,6	7,6	7,6	6,2	6,1	19,8	19,8	19,8	17,8	17,5
0,25	8,3	8,2	8,3	7,1	6,8	18,4	18,6	18,4	17,2	19,7
Система GPS										
Мережа №1										
12	5,4	5,4	4,8	5,3	5,1	20,0	20,2	20,1	18,7	18,4
6	6,3	6,3	6,5	5,7	5,9	19,5	19,5	19,5	19,2	18,5
3	7,0	7,0	7,0	6,9	6,7	20,9	20,9	20,9	20,4	19,9
2	8,1	8,1	8,1	7,9	7,6	22,9	23,0	22,9	22,4	22,0
1	8,2	8,2	8,2	7,7	7,7	19,3	19,3	19,2	19,0	18,7
0,5	8,8	9,4	8,8	7,8	8,0	21,9	21,9	21,9	23,8	23,2
0,25	10,5	10,6	10,5	10,4	9,6	33,0	33,0	33,0	30,5	37,3

Закінчення таблиці

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мережа №2										
12	4,5	4,4	4,5	4,0	4,1	29,8	29,8	29,8	24,0	22,0
6	5,4	5,4	5,4	5,3	5,2	24,8	24,8	24,8	23,9	23,4
3	6,2	6,2	6,2	6,1	5,9	27,2	27,3	27,2	27,3	25,9
2	6,9	6,9	7,0	6,7	6,4	29,4	29,4	29,4	29,0	27,6
1	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	18,0	18,0	19,0	17,7	17,2
0,5	9,1	9,1	9,1	8,4	7,9	23,3	24,1	23,8	19,9	18,6
0,25	12,2	12,4	12,2	7,9	8,4	27,3	27,4	27,3	32,5	30,2
Мережа №3										
12	4,1	4,1	4,1	3,9	3,6	20,8	20,8	20,8	18,9	17,5
6	4,8	4,8	4,8	4,7	4,4	18,7	18,6	18,7	17,9	17,2
3	5,7	5,6	5,7	5,7	5,5	20,6	20,6	20,6	20,2	19,5
2	6,5	5,9	6,5	6,4	6,4	22,7	22,7	22,7	22,4	21,9
1	5,4	5,7	5,4	5,1	5,1	17,2	17,1	17,2	16,2	15,9
0,5	12,3	12,2	12,3	6,6	6,6	20,0	20,0	20,0	18,2	17,6
0,25	11,6	11,2	11,6	8,4	8,0	23,8	27,3	23,7	24,5	26,3

3. Аналогічно за результатами спостережень двочастотними приймачами тільки супутників системи GPS за кутів відсічки 15° точність визначення положення пунктів є завжди, а одночастотними – у 90% випадків вищою, ніж за менших кутів відсічки. Якщо кут відсічки становить 20°, точність положення пунктів, визначених двочастотними приймачами, зростає у 86% випадків на 3,0 %, а одночастотними приймачами – у 95 % випадків на 3,6%. Зменшення точності положення пунктів за кута відсічки 20° помічено в разі нетривалих сеансів спостережень.

4. Отже, можна стверджувати, що характер впливу кута відсічки на результати спостережень двосистемними приймачами є таким самим, як й односистемними приймачами. Збільшення кута відсічки до 20° підвищує точність положення пунктів несуттєво. Тому для спостережень за допомогою односистемних приймачів достатнім є кут відсічки 15°.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Інструкція* про побудову державної геодезичної мережі з використанням супутникових радіонавігаційних систем. – Офіц. вид. – К.: Мін-во екології та природних ресурсів України, 2002. – 56 с.
2. *Янчук О.Є.* Геодезичний моніторинг техногенно-навантажених територій: дис. к.т.н. 05.24.01/ О.Є. Янчук. – Львів., 2011. – 173 с.
3. *GPS guidebook. Standards and Guidelines for Land Surveying Using Global Positioning System Methods.* - State of Washington Department of Natural Resources, 2004. – 66 p.
4. *GPS Standards and Guidelines for Legal Surveying.* [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.surveyors.nf.ca/gpsguide.pdf>
5. *Guidelines and Specifications for Global Navigation Satellite System Land Surveys in Connecticut.* - The Connecticut Association of Land Surveyors, Inc, 2008. - 12p.
6. *Guideline for Control Surveys by GNSS: Special Publication 1. Version 2.0.* - Intergovernmental Committee on Survey and Mapping, 2012. – 14 p.

7. *Guidelines for the use of GNSS in land surveying and mapping.* – 2nd edition. - RICS guidance note, 2010. - 82p.

Інтернет-джерела

8. *Precyzyjne pozycjonowanie w oparciu o GNSS.* Załącznik nr 2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://bip.msw.gov.pl/download/4/9204/Zalacznik_nr_2_do_rozporzadzenia.pdf

9. *Principles and Practice of GPS Surveying.* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gmat.unsw.edu.au/snap/gps/gps_survey/principles_gps.htm

10. *Proposed standards and specifications for GPS geodetic surveys in Egypt.* - Goma M. Dawod Researcher, Survey Research Institute. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nwrcegypt.academia.edu/GomaDawod/Papers/822955//PROPOSED_STANDARDS_AND_SPECIFICATIONS_FOR_GPS_GEODETTIC_SURVEYS_IN_EGYPT

11. *TxDOT Survey Manual / Texas Department of Transportation, 2011.* – 338 p. [Електронний ресурс]. - режим доступу: http://onlinemanuals.txdot.gov/txdotmanuals/ess/manual_notice.htm.

Надійшла до редакції

16.04.2013

УДК 528

Н.В. Кучина

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ РОЗРАХУНКУ ТОЧНОСТІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ ПІД ЧАС МОНТАЖУ КОРПУСІВ СУДЕН

Розглянуто концепцію розрахунку однієї з ключових характеристик, що впливає на результаційну геометрію корпусу судна, – точності геодезичних робіт під час монтажу корпусів суден. Проаналізовано та класифіковано фактори, що формують остаточну геометрію корпусу судна та впливають на його міцність.

Ключові слова: виробнича модель судна, похибки, розмірний ланцюг.

Актуальність роботи. Під час експлуатації і будівництва судно зазнає впливу різноманітних навантажень динамічного і статичного характеру. Головним завданням конструктора є врахування прогнозованого впливу негативних факторів шляхом закладення нормованого запасу міцності на етапі проектування судна.

Міцність конструкції судна – поняття комплексне, для визначення критеріїв надійності, окрім моделей матеріалу, навантаження і руйнування, важливо брати до уваги модель форми конструкції, що фактично описує геометрію її елементів. Виготовлення конструкцій з недостатньою точністю провокує появу додаткового