

ОГЛЯД МОЖЛИВОСТЕЙ НАЗЕМНО-СУПУТНИКОВОГО ЗНІМАННЯ

Здійснено огляд можливостей застосування наземно-супутникового знімання при виконанні топографічного знімання, необхідного для проведення великомасштабного картографування. Розглянуто глобальні супутникові навігаційні системи. Виконаний аналіз вибору методів та приладового забезпечення для виконання зазначених робіт.

У висновках зазначено переваги наземно-супутникового знімання у порівнянні із традиційними методами геодезії такі як: оперативність, ефективність, низька трудомісткість у порівнянні із традиційними методами геодезичних робіт; можливість проведення топографо-геодезичних вимірів за відсутності прямої видимості між суміжними пунктами; незалежність проведення робіт від атмосферних явищ. У перспективах дослідження зазначено основні напрямки у яких можливо розвивати даний вид робіт.

Ключові слова: наземно-супутникове знімання, глобальні супутникові навігаційні системи, GNSS(супутниковий)–приймач.

Вступ. Розвиток мереж штучних супутників Землі, які запускалися з метою отримання точного місцеположення об'єктів на місцевості спочатку був призначений лише для військових цілей та був недоступний для цивільного використання. Після того, як у вільному доступі стало можливо отримувати інформацію про об'єкти з використанням глобальних навігаційних супутникових мереж, вирішення практичних завдань в області геодезії значно спростилося і надзвичайно розширило її можливості. Це сприяло використанню наземно-супутникового знімання.

Постановка проблеми. Наземно-супутникове знімання почало активно використовуватись для вирішення прикладних задач, зокрема, топографічного знімання, землевпорядкування,

наповнення баз даних ГІС, тощо. Це свідчить про широку сферу застосування даного методу.

Аналіз останніх публікацій на цю тему. Дана тема розглядалась в багатьох працях, як закордонних, так і вітчизняних науковців. Зокрема, даній темі присвячені публікації таких вітчизняних авторів, як Шульц Р.В., Терещук О.І., Анненков А.О., Нисторяк І.О., Бурачек В.Г. [1, 11].

Мета даної статті полягає розкритті можливостей застосування наземно-супутникового знімання при виконанні великомасштабного топографічного знімання.

Терміни та визначення. Супутникові навігаційні системи — комплексні електронно-технічні системи, що складається з сукупності наземного та космічного обладнання та призначені для позиціонування в просторі і в часі, а також визначення параметрів руху для наземних, водних та повітряних об'єктів[9].

Постійно діюча супутникова референсна (базова) станція - апаратно-програмний комплекс, призначений для забезпечення виконання вимірювань і визначення просторового розташування об'єктів шляхом надання інформації для корекції даних, одержуваних за допомогою супутникових навігаційних і геодезичних приймачів, що включає супутникове, комунікаційне, комп'ютерне та інше, обладнання, спеціалізоване програмне забезпечення, встановлене в районі виконання вимірювань і визначення місцеположення, частково зафіксоване в просторі на постійній основі і функціонує безперервно [6].

Виклад основного матеріалу. Наземно-супутникове знімання є значно оперативнішим, ефективнішим та менш трудомістким у порівнянні із традиційними методами геодезичних робіт. Воно стало можливим за рахунок вільного доступу до сигналів штучних супутників Землі, які належать до тієї чи іншої глобальної навігаційної супутникової системи. На сучасному рівні розвитку основними діючими супутниковими навігаційними системами є: система GPS-NAVSTAR (США), ГЛОНАСС (Росія) та з 15 грудня 2016 року розпочала свою роботу система Galileo (Європейський Союз).

Перевагою використання наземно-супутникового знімання є те, що за рахунок розвитку сучасних супутникових технологій стало можливо проведення топографо-геодезичних вимірів, навіть, за відсутності прямої видимості між суміжними пунктами, що

дозволяє визначати координат пунктів у будь-яку погоду [4].

Наземно-супутникове знімання виконується за допомогою широкого спектру розповсюджених GNSS-приймачів, які здійснюють прийом сигналів від супутників, їх обробку і забезпечують отримання координати пункту у потрібній системі координат.

У наш час велика увага приділяється питанням спільного використання найбільших діючих глобальних навігаційних супутникових систем одним приймачем одночасно. Основною перевагою спільного використання є значне збільшення кількості спостережуваних супутників, що дозволить виконувати вимірювання в зонах обмеженої видимості супутників, підвищити точність вимірів, їх надійність і вірогідність, а також скоротити тривалість сеансів вимірів [8].

Вибір типу приймача залежить від вимог конкретного проекту. Тому до вибору приймача необхідно підійти прискіпливо. Загальною вимогою до приймачів, що застосовуються в топографо-геодезичному виробництві є можливість виконання фазових вимірювань. При виконанні високоточних робіт необхідно використовувати двочастотні приймачі [4].

Вибір методу знімання залежить від вимог до точності визначення координат пунктів.

Традиційним методом супутникових вимірів є статичний. Який базується на тому, що вимірювання виконуються одночасно двома і більше нерухомими приймачами тривалий період часу. Великий обсяг вимірювань дозволяє зафіксувати пропуски циклів і правильно їх змоделювати [10].

Статичний метод застосовується при виконанні високоточних робіт, а також при обмежених вікнах спостережень з мінімальною кількістю супутників [4].

Кінематичний метод застосовується для визначення траєкторій рухомих об'єктів. Для виконання спостережень цим методом також використовуються мінімум два приймачі — базовий та роверний. Метод застосовується при визначенні траєкторій рухомих об'єктів, зніманні країв та центральних ліній доріг тощо. Перевага методу полягає у швидкості та економічності безперервних спостережень. Недоліком є те, що неперервність супутникового сигналу повинна бути постійною, а точність спостережень на порядок менша від статичних методів.

Одним із найбільш поширених кінематичних методів є —кінематика в режимі реального часу (RTK — real-time kinematic). Координати визначаються відразу в польових умовах. Цей метод застосовується в мережах з великою кількістю пунктів (точок) на відкритій місцевості, при створенні знімальних мереж. Тривалість часу вимірів на пункті - менше 1 хв. [1]

Необхідною умовою виконання наземно-супутникового знімання та обробки результатів вимірів є програмне забезпечення для планування, управління, обробки і складання звітів за даними супутникових вимірів. Найбільш використовуваним програмним забезпеченням камеральної обробки результатів вимірів є програмне забезпечення фірм Trimble — Gps pathfinder office, Leica — Geo Office, Topcon — Magnet Office та Sokkia — Spectrum survey office, яке забезпечує все необхідне для управління, візуалізації, обробки, імпорту та експорту даних вимірювань, зібраних за допомогою супутникових приймачів, електронних тахеометрів та нівелірів.

Висновки. Постійний технічний розвиток значно впливає і на зміну методів знімання в геодезії. Доступність використання сигналів, що надходять від штучних супутників Землі, сприяло використанню наземно-супутникового знімання у топографічних роботах. Цей вид знімання є значно оперативнішим, ефективнішим та менш трудомістким у порівнянні із традиційними методами геодезичних робіт; дає можливість проведення топографо-геодезичних вимірів, навіть, за відсутності прямої видимості між суміжними пунктами, оскільки базується на сигналах штучних супутників Землі; дозволяє проводити роботи у будь-яку погоду; знижує вплив атмосферних явищ на результати спостережень; дозволяє виконання вимірювань в зонах обмеженої видимості супутників, за рахунок одночасного використання приймачем хоча б двох найбільших глобальних навігаційних супутникових систем.

Перспективи дослідження. Розвиток наземно-супутникового знімання є беззаперечним, а його використання присутнє майже у всіх видах робіт в геодезії. Це стає найбільш доцільним при кадастрових зніманнях, виконанні великомасштабного топографічного знімання, оскільки проведення зніманий на значних територіях є оперативним та ефективним.

Варто також зазначити те, що використання наземно-супутникового знімання виконується і при зніманні підземних

комунікацій, наповнення баз даних ГІС, моніторингу.

Рецензент — кандидат географічних наук А. В. Орещенко

Література:

1. Бурачек В. Г. Сумісне використання GPS технологій та електронної тахеометрії для визначення координат точок опорної мережі [Текст] / В. Г. Бурачек, І. О. Нисторяк // Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій : матеріали II науково-практичної конференції (Київ, 10-13 червня 2013 р.). — С. 70-74.

2. Гофманн-Велленгоф Б. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика. — Вид. 3 ; Пер. з англ. [Текст] / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз; під ред. Я. С. Яцківа. — Київ : Наукова думка, 1995. — 380 с.

3. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: навчальний посібник [Текст] / [Білоус В. В., Боднар С. П., Курач Т. М. та ін. ; упоряд. Т. М. Курач]. — К. : Київський університет, 2011. — 367 с.

4. Шумаков Ф. Т. Супутникова геодезія : Конспект лекцій (для студентів 4 курсу денної форми навчання, спец. 7.070900 «Геоінформаційні системи та технології») [Текст] / Шумаков Ф. Т. — Х. : ХНАМГ, 2009. — 88 с.

5. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина 2. Електронні геодезичні прилади : Підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів [Текст] / Я. М. Костецька. — Львів: Престиж Інформ, 2000. — 317 с.

6. Постійно діюча супутникова референсна (базова) станція [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.icentre-gfk.ru/naprd/nard_stp_sprdrs.htm.

7. Системи спутникової навігації [Текст] / Ю. А. Соловьев. — М. : Еко-Трендз, 2000. — 267 с.

8. Супутникова геодезія: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт [Текст] / Уклад. : О. І. Єгоров, О. В. Нестеренко. — К. : КНУБА, 2006. — 32 с.

9. Супутникові навігаційні системи [Електронний ресурс]. — Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/Супутникова_навігація.

10. Черняга П. Г. Супутникова геодезія. Частина 1. Теоретичні

відомості : Монографія [Текст] / П. Г. Черняга. — Рівне, 2012. — 118 с.

11. Практичні дослідження точності визначення координат за супутниковими технологіями в режимі реального часу [Текст] / Шульц Р. В., Терещук О. І., Анненков А. О., Нисторяк І. О. // Інженерна геодезія. — 2014. — 61. — С. 59-77.

Т. В. Трошук

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ НАЗЕМНО-СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ

Осуществлен обзор возможностей применения наземно-спутниковой съемки при выполнении топографической съемки, необходимого для проведения крупномасштабного картографирования. Рассмотрены глобальные спутниковые навигационные системы. Выполненный анализ выбора методов и приборного обеспечения для выполнения указанных работ.

В выводах указано преимущества наземно-спутниковой съемки по сравнению с традиционными методами геодезии такие как: оперативность, эффективность, низкая трудоемкость по сравнению с традиционными методами геодезических работ; возможность проведения топографо-геодезических измерений при отсутствии прямой видимости между смежными пунктами; независимость проведения работ от атмосферных явлений. В перспективах исследования указаны основные направления в которых возможно развивать данный вид работ.

Ключевые слова: наземно-спутниковая съемка, глобальные спутниковые навигационные системы, GNSS (спутниковый)-приемник.

T. Troshchuk

OVERVIEW OF THE POSSIBILITIES OF SATELLITE-GROUND SURVEY

The possibilities of using satellite-ground survey during topographic survey, which is necessary for large-scale mapping, have been reviewed. Global satellite navigation systems are considered. The performed analysis of the choice of methods and instrumentation for the performance of these works.

Continuous technical development much vpyvaye and replaced removal methods in geodesy. Availability use signals from satellites,

land-use facilitated removal of satellite topographical works. This type of removal is much more efficient, more effective and less time-consuming compared with traditional methods of surveying work; makes it possible to conduct topographic and geodetic measurements even without line of sight between adjacent points, since it is based on signals satellites; allows to work in any weather; reduce the impact of atmospheric conditions on observations; allows measurement in areas of limited visibility of satellites through simultaneous use of the receiver at least two major global navigation satellite systems.

Continuous technical development much vpyvaye and replaced removal methods in geodesy. Availability use signals from satellites, land-use facilitated removal of satellite topographical works. This type of removal is much more efficient, more effective and less time-consuming compared with traditional methods of surveying work; makes it possible to conduct topographic and geodetic measurements even without line of sight between adjacent points, since it is based on signals satellites; allows to work in any weather; reduce the impact of atmospheric conditions on observations; allows measurement in areas of limited visibility of satellites through simultaneous use of the receiver at least two major global navigation satellite systems.

The conclusions show the advantages of satellite-ground survey in comparison with traditional methods of geodesy such as: efficiency, operativeness, low labor intensity in comparison with traditional methods of geodetic work; the possibility of conducting topographic and geodetic measurements in the absence of direct visibility between adjacent points since it is based on signals from artificial earth satellites; independence of work from atmospheric phenomena; allows measurements in areas of limited visibility of satellites, due to the simultaneous use by the receiver of at least two of the largest global navigation satellite systems. In the prospects of the study, the main areas in which it is possible to develop this type of work are indicated.

Keywords: satellite-ground survey, the global satellite navigation system, GNSS (satellite) receiver.

Надійшла до редакції 18 квітня 2017 р.