

С.С. Кісс – 4 курс 3 група, студент*
Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

СУЧАСНІ ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ

При виробництві будь-яких будівельних або вишукувальних робіт потрібно точне обчислення перепадів ландшафту на даній ділянці, причому інший раз його площа становить тисячі квадратних метрів. Традиційні геодезичні прилади – теодоліт, далекомір, нівелір і рулетка тут не підійдуть, інакше вимірювання займуть тижні, ніяк не менше. А терміни сьогодні стали важливим моментом – замовники віддадуть перевагу тим виконавцям, хто виконає роботи якнайшвидше і у підрядників все більше і більше приводів оснастити своїх фахівців сучасним будівельним обладнанням. У наше століття розвинутою комп'ютерної технології зникла потреба в фізичних обчисленнях і кресленнях – все робить комп'ютер з відповідним ПЗ (програмне забезпечення).

Тахеометр – геодезичний прилад, що дозволяє швидко і з високою точністю отримати зйомку заданої ділянки «в плані» з повною картиною рельєфу. У конструкцію цього приладу входять світловіддалемір, теодоліт, обчислювач і електронний реєстратор даних – при своїх зовнішніх компактних розмірах тахеометр поєднує в собі функції декількох геодезичних приладів відразу. Вимірювання вертикальних і горизонтальних дистанцій, площ на віддаленні 5000 м з похибкою всього в 1 см, кутів з точністю від 1 " до 5 ", автоматичне збереження отриманих даних по кільком тисячам точок на вимірюваній площі, прийом і передача даних на комп'ютер – цим можливості електронного тахеометра не вичерпуються.

Всі вироблені моделі підрозділяються на кілька типів по застосуванню:

- технічні тахеометри. Електронні прилади цього типу найбільш дешеві, тому що обладналися лише відбивним далекоміром і вимагають проведення геодезичних вимірювань командою з двох співробітників – оператора технічного тахеометра і реєчника;
- будівельні тахеометри. Оснащені безвідбивачевим далекоміром, тобто здатні вести як відбивну, так і безвідбивачеву зйомку. Алідада в конструкції будівельних тахеометрів відсутня;
- інженерні тахеометри. Призначені для виконання широкого спектру завдань, ці прилади обладнані фотокамерою, застосовуваною для побудови тривимірних моделей місцевості, кольоровим сенсорним дисплеєм, сучасним процесором і зручним ПЗ, слотами і портами для USB і flash-карт. Сучасні моделі інженерних тахеометрів підтримують ряд комунікаційних каналів – Wi-Fi, Bluetooth і т.і. [1].

*Науковий керівник – к.н. держ. упр., доцент Макєєва Л.М.

Крім того, тахеометри підрозділяються на модульні, що складаються з окремих (незалежних) елементів, і на інтегровані, в яких пристрої об'єднані під одним корпусом в єдиний механізм. Останні типи – моторизовані і автоматизовані тахеометри. Перші з них оснащуються сервоприводом, що дозволяє ведення зйомки по безлічі точок одночасно, другі – сервоприводом і системами, здатними розпізнати, захопити і відстежити мети, по суті, це вже роботизовані геодезичні комплекси. Прилади цієї конструкції розраховані на виконання вимірювань однією людиною, причому роботизовані тахеометри допускають твір віддаленої зйомки, при цьому точність результатів буде гарантовано висока [1].

За характеристиками зйомки електронні тахеометри підрозділяються на:

- Кругові – з нитяним далекоміром і циліндричним рівнем на вертикальному колі алідади;
- Номограмні – обчислення перевищень і горизонтальних прокладання дистанцій по номограмі, розрізняються в трубі приладу при веденні спостереження, а також по вертикальній рейці;
- Авто редуційними – перевищення і горизонтальні прокладання дистанцій в яких визначаються по горизонтальній рейці далекоміром подвійного зображення;
- Внутрібазні – база яких знаходиться при тахеометрі і призначена для безпосереднього обчислення горизонтального прокладання, а вимірювання вертикальних кутів дозволяють обчислити перевищення;
- Електрооптичні – забезпечені додатковим електронним приладом, що допускає автоматизацію зйомки.

По своїй конструкції електронний тахеометр призначений для польових робіт. Пил або бруд, дощ чи сніг, перепади температур – все це не зашкодить приладу. Серед моделей тахеометрів у кожного виробника є прилади, розраховані на роботу в особливо жорстких умовах – їх низькотемпературний режим до мінус 30 ° С. Втім, вибирати їх варто лише в тих випадках, якщо дійсно передбачається робота в північних районах або в якихось специфічних умовах.

Роботизовані тахеометри не втомлюються і не помиляються, тому що не здатні на це – на кожен пікет ними буде витрачено не більше 4-х секунд, незалежно від кількості робочих годин. Найбільш дорогі моделі тахеометрів призначені для точних інженерних вимірювань з мінімальними похибками, виконанні самостійних розрахунків в найкоротший термін. Приклад такого тахеометра-робота – Leica TS30 з кутовою точністю 0,5', здатністю виконувати 5000 вимірів і здійснити 180°-й оборот зорової труби і алідади всього за одну секунду [1].

Вимірювання – це процес визначення певної величини шляхом порівняння її з іншою величиною, яку беруть за одиницю виміру, застосовуючи спеціальні прилади.

Види вимірювань:

1) лінійні вимірювання (довжин окремих ліній або лінійних елементів чи предметів місцевості)

2) кутові вимірювання (горизонтальних кутів, що утворюють лінійні об'єкти місцевості чи їх елементи).

За цими даними визначають планове (на обраній поверхні) та висотне (над поверхнею) положення окремих предметів місцевості відносно сторін світу.

Топографічні знімання проводять шляхом від загального до часткового. Спочатку – створення геодезичної основи, потім – проведення знімачів. 3. Умова проведення вимірювань. Класифікація вимірювальних приладів за точністю.

Вимірювальні прилади, що використовуються в топографо-геодезичній практиці ділять: високоточні, точні, технічні.

Від цих класів залежать точність вимірювань. Розрізняють вимірювання рівноточні (вимірювання однорідних величин, виконані приладами одного класу точності) та не рівноточні.

При зйомці електронний тахеометр установлюється на знімальних точках, а на пікетних точках - спеціальні вішки з відбивачами, що входять у комплект тахеометра. При наведенні на відбивачі вішки в автоматичному режимі визначаються горизонтальні й вертикальні кути, а також відстань до суміжних знімальних і пікетних точок. За допомогою мікроЕОМ тахеометра роблять обробку результатів вимірів й у підсумку одержують збільшення Δx і Δy координат і перевищення h на суміжні знімальні й пікетні точки. При цьому автоматично враховуються всі виправлення у вимірювані відстані й за нахил вертикальної осі приладу у вимірювані кути. Результати вимірів можуть бути введені в спеціальний запам'ятовувальний пристрій (накопичувач інформації) або переписані на магнітну касету. Надалі з накопичувача або з магнітної касети інформація надходить в ЕОМ, що по спеціальній програмі робить остаточну обробку результатів вимірів, що включає обчислення координат знімальних і пікетних точок, зрівнювання знімального ходу й інші обчислення, необхідні для графічної побудови топографічного плану або цифрової моделі місцевості. Графічна побудова топографічного плану здійснюється графобудівником, з'єднаним з ЕОМ.

GPS, Система глобального позиціонування (англ. Global Positioning System) – сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері. Положення об'єкта обчислюється завдяки використанню розміщеного на ньому GPS-приймача, який приймає та обробляє сигнали супутників космічного сегменту GPS-системи глобального позиціонування. Для визначення точних параметрів орбіт супутників та керування GPS-системою вона в своєму складі має наземні центри управління.

Принцип дії:

Основою системи є 24 супутники NAVSTAR (Navigation Satellite Time and Ranging), що працюють у єдиній мережі й обертаються на шести різних

кругових орбітах, розташованих під кутом 60° одна до одної таким чином, щоб із будь-якої точки земної поверхні було видно від чотирьох до дванадцяти таких супутників. На кожній орбіті розміщено по 4 супутники, висота орбіт приблизно дорівнює 20 200 км а період обертання кожного супутника навколо землі дорівнює 12 годинам.

Така система працює не автономно, вона під контролем станцій, які розташовані на Землі. Розміщуються такі станції на Колорадо-Спрінгз, Дієго-Гарсія, острові Вознесіння, атолі Кваджелейн і на Гаваях. Вся інформація, що проходить через ці станції, записується ними та передається на головну станцію на військовій базі Falcon (штат Колорадо) [2].

GPS-приймач обчислює власне місцезнаходження, вимірюючи час проходження сигналу від GPS-супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час відправки повідомлення, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення (Ефемерида), та загальний стан системи й приблизні дані орбіт всіх інших супутників угруповання системи GPS (альманах). Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла у всесвіті (з трохи меншою швидкістю – в атмосфері). Приймач використовує час отримання повідомлення для обчислення відстані до супутника, виходячи з якої, застосувавши геометричні та тригонометричні рівняння, визначає своє місце [3]. Отримані координати перетворюються в наочнішу форму (широта та довгота чи положення на карті) та відображається користувачеві.

Оскільки для обчислення положення необхідно знати час із високою точністю, то, щоб усунути потребу в надточному годиннику, отримують інформацію з 4-х чи більше супутників, тобто, GPS-приймач використовує чотири параметри для обчислення чотирьох невідомих: x , y , z та t [2].

В деяких окремих випадках можна обійтися меншою кількістю супутників. Якщо заздалегідь відома одна змінна (наприклад, висота над рівнем моря човна в океані дорівнює 0), приймач може обчислити положення, використовуючи дані з трьох супутників. Також, на практиці, приймачі використовують різну допоміжну інформацію для обчислення положення з меншою точністю в умовах відсутності чотирьох супутників.

Застосування GPS:

Попри те, що проекти побудови GPS-систем впроваджувались військовими відомствами, зараз, окрім приймачів спеціального призначення, випускаються прилади, вмонтовані в різноманітну дрібну техніку: наручні годинники, мобільні телефони, ручні радіостанції, портативні комп'ютери та фотоапарати, за допомогою яких можна орієнтуватися на місцевості або фіксувати місцезнаходження користувача. Їх використовують альпіністи, рятівники, туристи [2].

Дані польових вимірів, записані у внутрішню пам'ять приладу, можуть передаватися на комп'ютер для подальшої обробки в офісі або можуть бути роздруковані на принтері

Методи GPS вимірів можна розділити на статичні та кінематичні. При статичних вимірах беруть участь у сеансі приймачі знаходяться на пунктах в нерухомому стані. Тривалість спостережень складає від 5 хвилин (швидка статика) до декількох годин і навіть діб, в залежності від необхідної точності і відстаней між приймачами. При кінематичних вимірах один з приймачів знаходиться постійно на опорному пункті, а другий приймач (мобільний) знаходиться в русі. Точність кінематичних спостережень трохи нижче, ніж у статистиці (зазвичай 2-3 см на лінію до 10 км).

Кінематичний метод має кілька способів. На відміну від статички другий приймач після 10 - 15 хвилин вимірювань послідовно переміщується по визначених точках. Не пізніше, ніж через 1 годину другий приймач повинен бути розміщений у початковій точці. Цей спосіб називається "стій - йди".

Науково-технічний прогрес не стоїть на місці. З кожним днем він охоплює все більше сфер нашого життя. У останні декілька років відчутно зросли темпи будівництва. Як наслідок, це спричинило за собою і розвиток обладнання для геодезії. Будь-які геодезичні прилади на сучасному будівельному майданчику є одним з самих важливих і необхідних елементів. Тут також чітко простежується стійкий взаємозв'язок між геодезичними приладами і розвитком сегмента високоточної комп'ютерної техніки. Комп'ютерні інновації дозволили на порядок модернізувати і удосконалити геодезичне обладнання. Без такої техніки вже складно уявити собі, наприклад, монтаж інженерних комунікацій в процесі будівництва будівель і споруд.

Якщо Вам потрібно геодезична зйомка місцевості, топографічна або кадастрова зйомка, то Вам необхідні такі прилади як: оптичні і електронні теодоліти або електронні тахеометри. Незважаючи на те, що електронний тахеометр є більш технологічно вдосконаленим приладом, в якому багато які процеси автоматизовані, геодезисти широко використовують оптичні або електронні теодоліти для рішення різних задач. Електронний теодоліт більш простий у використанні, наявність дисплея зручно і виключає ряд помилок. Оптичні теодоліти - надійні прилади, які можуть працювати при низьких температурах, так і ціна на ці геодезичні прилади є не останнім аргументом на їх користь. Звісно, електронні тахеометри більш дорогі прилади, але функції, які в них закладені, і їх технічне оснащення виправдовує ціну. По суті, тахеометри - це багатофункціональні станції для рішення широкого спектра задач, в електронні тахеометри встановлене сучасне програмне забезпечення, яке дозволить Вам, знаходячись на об'єкті, вирішити ряд різних задач. Роботизовані електронні тахеометри здатні відстежувати положення відображаючої призми. При рішенні деяких задач ці прилади не вимагають постійної присутності людини і можуть працювати по заздалегідь заданій програмі.

Список використаних джерел:

1. Електронний тахеометр [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.creativez.org/instrument/elektronnij-taheometr-v-pitannyah-geodeziyi-bez-n-ogo-niyak-ne-obijtisya/>

2. GPS, Система глобального позиціонування [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/GPS>

3. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. – К., 1999. – 155 с.

УДК 457,56:78

І.Д. Коноваленко, здобувач 2к *

Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва

ВИКОРИСТАННЯ 3D-СКАНЕРА У ГЕОДЕЗІЇ. НАЗЕМНЕ ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ

Технічний прогрес розвивається надшвидкими темпами. Для геодезії нове обладнання в дослідженні територій має велике значення. Адже саме від нього залежить точність отриманого результату. Так, раніше для вивчення параметрів тієї чи іншої земельної ділянки застосовувалися оптичні прилади. На зміну їм прийшли електронні тахеометри, якість і оперативність роботи збільшилася в кілька разів.

Але електронні тахеометри це не межа. Зараз перевага віддається приладам тривимірного лазерного сканування. Вони дають можливість дізнатися про території, подивитися на неї так би мовити зсередини. Таке обладнання не тільки дає можливість відтворити тривимірну модель досліджуваної ділянки, але і значно автоматизує процес. На підставі такої детальної зйомки можна обчислювати обсяги матеріалів і майбутніх робіт. Лазерне 3d сканування - це знімальна система, яка вимірює відстань від сканера до точок об'єкта з досить високою швидкістю і реєструє відповідні напрями з подальшим створенням тривимірного зображення в контурі хмари точок. Наземне лазерне сканування 3d все частіше стало використовуватися в самих різних галузях промисловості і будівництва при вирішенні різних завдань інженерної геодезії. Лазерне сканування знайшло таку популярність завдяки цілому ряду переваг над іншими методами вимірювань, а саме: можливістю виконання робіт при будь-якому освітленні; визначенням "мертвих зон" на стадії виробництва польових робіт, завдяки тривимірної візуалізації реального часу; використання отриманих результатів сканування 3d в різних цілях; сканування точок об'єкта лише з одного центру проектування; високою мірою деталізації; безпекою при зйомці небезпечних районів та зон, які важкодоступні, відсутність «людського чинника». Наземне лазерне сканування складається з блоку розгортки лазерного променя і лазерного віддалеміра, який адаптований для роботи з досить великою частотою. Блок розгортки складається з полігонального дзеркала або призми і сервоприводу. Сервопривід відводить промінь на величину, яка встановлена в горизонтальній площині, при

**Науковий керівник – канд. екон. наук, доцент Хайнус Д.Д.*