

УДК 528.48

О. В. Анисенко,
старший викладач кафедри управління земельними ресурсами,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв
К. А. Платонова,
студентка кафедри управління земельними ресурсами,
Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв

DOI: 10.32702/2306-6814.2019.4.80

СУЧАСНІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ, ЇХ ЗНАЧЕННЯ І РОЛЬ У ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАННЯХ

O. Anysenko,
Senior Lecturer, Department of Land Management Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv
K. Platonova,
student of the Department of Land Resources Management, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv

MODERN SURVEYING INSTRUMENTS, THEIR IMPORTANCE AND ROLE IN GEODETIC MEASUREMENTS

У статті констатовано, що подальший розвиток геодезії як науки і будівництва в цілому, вимагає використання сучасних технологій і обладнання, які економлять ресурси і підвищують ефективність. Обґрунтовано, що за останні кілька років геодезичне обладнання стало стрімко удосконалюватися і модернізуватися, значно розширилися їх функціональні особливості, покращилися технічні характеристики. Доведено, що сучасні супутникові технології в сукупності з комп'ютеризацією стали реальною альтернативою традиційним видам геодезичних вимірювань. Проаналізовано останні дослідження і публікації за заданою темою. Виокремлено переваги і недоліки існуючих геодезичних приладів. Наведено приклади використання сучасного обладнання. З'ясовано, що сучасне приладобудування постійно удосконалюється і модернізується, що дозволяє виконувати виробничі завдання з вищою точністю, кращої якості і в коротші строки. Розглянуто приклади сучасних приладів, доведено їх необхідність і незамінність у геодезичних та будівельних роботах.

Geodesy is a science of methods for determining the shape and size of the Earth, the image of the earth's surface on plans and maps, and precisely measurements in the terrain related to solving various scientific and practical problems. Modern geodesy is closely linked with other sciences in mathematics, physics, astronomy, electronics, optics and computer technology. And current geodetic instruments are complex radio and optoelectronic complexes. The cost of geodetic works may depend on a large number of factors that directly affect the calculation of the cost of performing such work. Depending on the development of society and scientific and technological progress in general geodesy as a science, it began to develop in directions that include: topography, cartography, engineering (applied) geodesy, photogrammetry, higher geodesy, geodetic astronomy, satellite geodesy, surveying. More recently, for a particular type of measurements, individual devices were made, it is now possible to purchase devices that combine several devices capable of producing

several types of measurements at once. The article states that the further development of geodesy as a science and construction in general, requires the use of modern technologies and equipment that save resources and increase efficiency. It was substantiated that for the last several years geodetic equipment has been rapidly improved and modernized, their functional features have considerably expanded, technical characteristics have improved. It is proved that modern satellite technologies in combination with computerization have become a real alternative to traditional types of geodetic measurements. Recent researches and publications on the given topic have been analyzed. The advantages and disadvantages of existing geodetic instruments are singled out. Examples of using modern equipment are given. It has been found that modern instrumentation is constantly being improved and modernized, which allows to perform production tasks with the highest accuracy, the best quality and in shorter terms. Examples of modern devices are considered, their necessity and irreplaceability in geodetic and construction works are proved.

Ключові слова: геодезія, точність вимірювання, система глобального позиціонування, GPS-приймач, електронний тахеометр, лазерний далекомір, геодезичні виміри.

Key words: geodesy, measurement accuracy, global positioning system, GPS-receiver, electronic total station, laser rangefinder, geodetic instruments.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Сьогодні геодезичне приладобудування переживає етап свого революційного розвитку. Зростаюча потреба у геодезичних приладах, з одного боку, і розвиток електроніки, лазерної техніки, комп'ютерних технологій — з іншого, дозволяють створювати не тільки нові моделі вже відомих приладів, але й розробляти принципово нові геодезичні прилади й технології. Новітнє програмне забезпечення, надаючи широкі можливості автоматизації процесу створення моделей місцевості, формулює й особливі вимоги до приладів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблема необхідності удосконалення геодезичних приладів активно досліджується вітчизняними та зарубіжними вченими: К. Антановичем, Е. Золотовою, Я. Костецькою, А. Островським, І. Тревого, Т. Шевченко та ін. Вони зробили значний внесок у розвиток обраної теми, але теоретичні та методичні засади здійснення модернізації геодезичного обладнання ще не достатньо досліджені і потребують подальшого вивчення.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Завдання нашого дослідження — обґрунтувати необхідність і незамінність сучасних приладів у геодезичних вимірах.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Сучасні геодезичні прилади поділяють на кілька груп, кожна з яких має особливе значення. Це — геодезичне GPS-обладнання, лазерні далекоміри, електронні

нівеліри, електронні тахеометри. Одними із пропонованих на ринку програмних продуктів є лінійка продуктів, які працюють з польовими кодами. Можна кодувати точкові і лінійні об'єкти. Грамотне використання можливостей таблиці кодів при обробці матеріалів топографічних зйомок дозволяє автоматично створювати 70% і більше контурної частини плану [2]. При цьому об'єкти автоматично розміщуються по шарах, до них приєднуються умовні знаки, атрибути, будуються лінійні об'єкти, рівнобіжні лінії, можна описувати рельєф і т.д. Для ефективного використання всіх можливостей таких пакетів необхідно відповідним чином кодувати об'єкти під час польових робіт. Як правило, ці програми здатні працювати з приладами різних фірм. За останні кілька років обладнання стало стрімко удосконалюватися і модернізуватися, значно розширилися їх функціональні особливості, покращилися технічні характеристики [3]. Варто відзначити, що кожна група з вище перелічених має певну область застосування. При цьому галузі використання приладів можуть перетинатися. Наприклад, у деяких випадках GPS-обладнання може застосовуватися замість електронного тахеометра і навпаки.

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 використовують приймачі системи глобального позиціонування [1]. GPS — приймач — радіоприймальний пристрій, призначений для визначення географічних координат свого по-

Таблиця 1. Класифікація сучасних електронних тахеометрів за точністю та дальністю вимірювання

Марка	Leica FlexLine TS09	Nikon NPL 632	Sokkia SRX1	Pentax W822NX	South NTS-662	Topcon IS-1	Trimble S8
Вимір ліній (mm+ppm) з призмою без призми	1+1,5 1+1,5	3+2 3+2	1,5+2 3+2	2+2 5+2,5	2+2 5+3	2+2 2+2	1+1 3+2
Вимір віддалі в м На 1 призму На 3 призми	3500 5400	5000 5000	5000 6000	4500 5600	1800 2600	4000 5300	3000 5000
Дальність роботи приладу без відбивача в м	1000	210	500	270	180	2000	800

точного місцезнаходження з використанням сигналів штучних супутників відповідної системи GPS. Принцип його дії полягає в розрахунку положення за даними вимірювання часу розповсюдження радіосигналів, випромінюваних штучними супутниками до антени приймача та на основі відомостей про положення кожного супутника на орбіті [5]. Сучасні GPS-приймачі застосовуються з найбільшою ефективністю при геодезичній зйомці, створенні і розвитку геодезичної мережі, створенні земельних кадастрів, моніторингу ділянок.

Одними з найпопулярніших геодезичних приладів є електронні тахеометри. Пояснюється це тим, що вони володіють широкою сферою застосування. Електронний тахеометр — це вимірювальний інструмент, у якому конструктивно об'єднані електронний теодоліт, світлодалекомір і мікропроцесор із прикладним геодезичним програмним забезпеченням. Багатофункціональний геодезичний прилад, що поєднує в собі теодоліт, і комп'ютер, призначений для вирішення безлічі будівельних і геодезичних задач. Нині користувачам пропонується широка лінійка приладів найрізноманітніших виробників (табл. 1) [6].

Останнім часом чітко прослідковується тенденція розвитку електронних тахеометрів — від "звичайних" приладів до роботизованих станцій. Прилад забезпечується приводами, модулем наведення на візирну ціль і радіо комунікаційним пристроєм. З їхньою допомогою він автоматично наводиться на точку, що спостерігається, а всі команди оператор подає з пульта дистанційного керування [6]. Оператор не має потреби у зміні фокусу зорової труби і ручному наведенні на точку. Він цілком зосереджений на показаннях дисплея. Різко збільшується якість кодування об'єктів при зйомці, що приводить до зниження часу камеральної обробки. Переваги при геодезичних роботах просто величезні — обчислюються редукації відбивача в проектне положення оновлюються в реальному часі.

Для того, щоб з високою точністю дізнатися величину відстані було винайдене вимірювальне пристосування, яке швидко і без зусиль людини зробить вимірювання. Такими приладами стали лазерні рулетки, вони ж далекоміри. Саме далекоміри є інструментами, які зроблять вимірювання відстані до 200 м з максимальною похибкою всього лише в декілька міліметрів. Принцип дії такого приладу це використання лазерного променя. Основні переваги далекоміра полягають у тому, що вони дуже точні і мають

високу надійність. Чим новіша модель цієї лінійки, тим краща точність [1]. У нове покоління приладів впроваджуються сучасні науково-технічні досягнення. Серед не професіоналів великою популярністю користуються прості моделі. Вони зручні і не вимагають спеціальних знань. Ними можна виміряти відстані, розрахувати площу і об'єм. Фахівці ж, користуються більш складними моделями з безліччю різних допоміжних функцій, наприклад: камерою, вбудованою в прилад, датчиком нахилу кута, бездротовою передачею даних, захистом від зовнішніх чинників, пам'яттю для 30 вимірювальних даних, елеваційним штативом, поворотним адаптером.

Одним з необхідних методів вимірювання в геодезії є нівелювання. Нівелювання — це визначення різниці висот двох і більше точок земної поверхні відносно умовного рівня, тобто визначення перевищення. Його застосовують при вивченні форм рельєфу, у будівництві, експлуатації споруд, та інших геодезичних роботах [4]. Лазерний нівелір — геодезичний прилад, призначений для визначення перевищень і передачі висотних позначок. Він також має відношення до сучасного та ефективного інструменту, який використовують при розбивці земельних ділянок, будівництві споруджень, обробці приміщень. Головна відмінність лазерних нівелірів від їх оптичних аналогів в тому, що в них є можливість побачити вже побудовану робочу площину. Найбільш інноваційні нівеліри, які використовуються для зовнішніх робіт, мають металевий корпус з великим ступенем пило- та вологозахисту або особливий міцний корпус з індустріального пластика. Цей прилад дозволяє побудувати базу горизонтальної, вертикальної або похилу площину, безпосередньо на стіні, підлозі, стелі і контролювати їх візуально або за допомогою спеціальних приймачів і нівелірних рейок. В основу конструкції покладено принцип подвійного зображення, що використовується в оптичних далекомірах.

Ще одними із незамінних приладів у геодезії є безпілотні літальні апарати. Дуже швидко розвивається впровадження дронів в сільському господарстві. Дрон — це безпілотний літальний апарат (БПЛА), мобільний, автономний. Конструктивно це може бути як апарат на основі літакової так і мультироторної платформи. Використання БПЛА дозволяє виконувати такі завдання:

- оперативний моніторинг полів з висоти десятків і сотень метрів,
- ідентифікацію проблемних ділянок, яку не можливо зробити традиційними методами,

- контроль якості виконання посівних робіт, обробітку ґрунту,
- контроль якості роботи сільськогосподарської техніки,
- обмір полів з урахуванням рельєфу, з високою точністю і gps прив'язкою,
- підрахунок сходів і біологічної врожайності.

Безпілотні літальні апарати важко класифікувати, так як вони мають дуже різні характеристики. Це різноманітність походить від великої кількості конфігурацій і компонентів БПЛА. Виробники поки не обмежені ніякими стандартами. В результаті сьогодні відсутні вимоги з боку авіаційних регуляторів про те, як БПЛА повинен бути оснащений. Безпілотники нагадують вертоліт з 4 лопатями. Вони відрізняються габаритами, функціональністю, дальністю польотів, рівнем автономності та іншими характеристиками [6]. Умовно всі дрони можна поділити на 4 групи:

1. Мікро. Такі БПЛА важать менше 10 кг, максимальний час перебування в повітрі — 60 хвилин. Висота польоту — 1 кілометр.
2. Міні. Вага цих апаратів досягає 50 кг, час перебування в повітрі досягає 5 годин. Висота польоту варіюється від 3 до 5 кілометрів.
3. Міді. Безпілотні літальні апарати вагою до 1 тону, розраховані на 15 годин польоту. Такі БПЛА піднімаються на висоту до 10 кілометрів.
4. Важкі безпілотники. Їх вага перевищує тону, розроблені апарати для далеких польотів тривалістю більше доби. Можуть переміщатися на висоті 20 кілометрів [6].

У конструкції безпілотного апарату є супутниковий навігатор і програмований модуль. Якщо БПЛА використовується для отримання, збереження і передачі інформації на пульт оператора, в ньому додатково встановлюються карта пам'яті і передавач.

ВИСНОВКИ

Отже, з вищеконстатованого можна зробити висновки, що науково-технічний прогрес не стоїть на місці. З кожним днем він охоплює все більше сфер нашого життя. Сучасне приладобудування постійно оновлюється, удосконалюється і модернізується, що дозволяє виконувати виробничі завдання з вищою точністю, кращою якістю і в коротші строки. В останні кілька років відчутно зросли темпи будівництва. Як наслідок, це спричинило і розвиток обладнання для геодезії. Будь-які геодезичні прилади на сучасному будівельному майданчику є одними з найбільш важливих і необхідних елементів. Можна з впевненістю відмітити, що сучасні супутникові технології в сукупності з комп'ютеризацією стали реальною альтернативою традиційним видам геодезичних вимірювань. Тепер для розв'язку комплексних задач прикладної геодезії використовується не набір з окремих приладів, а інтегровані комплекти обладнання, які замінюють собою тахеометр, нівелір, теодоліт та інші геодезичні прилади, і забезпечують високу точність і швидкість вимірювань. Тут також чітко простежується стійка взаємозв'язок між геодезичними приладами і розвитком сегмента високоточної комп'ютерної техніки. Комп'ютерні інновації дозволили на порядок модернізувати і вдоско-

налити геодезичне обладнання. Без такої техніки вже складно уявити собі, наприклад, монтаж інженерних комунікацій в процесі будівництва будівель та споруд. При вирішенні геодезичних завдань ці прилади не вимагають постійної присутності людини і можуть працювати за заздалегідь заданою програмою, що значно полегшує роботу з ними.

Література:

1. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Ч. II. Електронні геодезичні прилади: підручник / Я.М. Костецька. — Львів: ІЗМН, 2015. — 324 с.
2. Островський А.Л. Геодезія: підручник. Частина друга / А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський; За заг. ред. А.Л. Островського. — Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2008. — 564 с.
3. Антанович К.М., Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 томах. Т.1, Т.2. Монография. ГОУ ВПО "СГГА" — М., ФГУП "Картгеоцентр", 2014.
4. Шевченко Т.Г., Мороз О.І., Тревого І.С. Геодезичні прилади: підручник / Т.Г. Шевченко, О.І. Мороз, І.С. Тревого Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2006. — 464 с.
5. Золотова Е.В. Геодезія з основами кадастра: підручник для вузів. — 2-ге вид., Випр. — М.: Академічний проект; Фонд "Мир", 2012. — 413 с.
6. Тревого І., Баландюк А. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва // Сучасні тенденції розвитку та класифікації електронних тахеометрів. — 2009. — Вип. I (170). — С. 109—115 [Електронний ресурс]. — Режим доступу http://vlp.com.ua/files/20_57.pdf

References:

1. Kostets'ka, Ya.M. (2015), Heodezychni pryklady. Chastyna II. Elektronni heodezychni pryklady [Geodetic instruments. Part II Electronic geodetic instruments], IZMN, L'viv, Ukraine.
 2. Ostrovs'kyj, A.L. Moroz, O.I. Tarnavs'kyj, V.L. (2008), Heodeziia: Pidruchnyk. Chastyna druha [Geodesy: Textbook. Part of the second], Vydavnytstvo Natsional'noho universytetu "L'viv'ska politekhnika", L'viv, Ukraine.
 3. Antanovych, K.M. (2014), Yspol'zovanye sputnykovykh radyonavyhatsyonnykh system v heodezyu. V 2 tomakh [The use of satellite radio navigation systems in geodesy. In 2 volumes], FHUP "Karteotsentr", Moscow, Russia.
 4. Shevchenko, T.H. Moroz, O.I. and Trevoho, I.S. (2006), Heodezychni pryklady [Geodetic instruments], Vydavnytstvo Natsional'noho universytetu "L'viv'ska politekhnika", L'viv, Ukraine.
 5. Zolotova, E.V. (2012), Heodeziia z osnovamy kadastra [Geodesy with the basics of the cadastre], 2-d ed., Akademichnyj proekt; Fond "Myr", Moscow, Russia.
 6. Trevoho, I. and Balandiuk, A. (2009), "Current achievements of geodesic science and production", Suchasni tendentsii rozvytku ta klasyfikatsii elektronnykh takheometriv, vol. I (170), pp. 109—115.
- Стаття надійшла до редакції 27.12.2018 р.*