

УКРАЇНСЬКІ ПУНКТИ ДУГИ СТРУВЕ – ВСЕСВІТНЯ СПАДЩИНА ЮНЕСКО

С. Савчук, д. т. н.
Національний університет “Львівська політехніка”
С. Перій, к. т. н., М. Іванчишин
Львівський національний аграрний університет

Найбільша точність досягається не великою кількістю спостережень, а за допомогою малого їх числа, але точних у всіх елементах.

В. Я. Струве

Ключові слова: дуга Струве, триангуляція, GPS-приймачі, ЮНЕСКО, базисна мережа.
Key words: duga Struve, triangulation, GPS-receivers, UNESCO, base network.

This work is devoted to historical aspects to one of the main and the actual problem which geodesy solves – its determination of forms and sizes of the Earth. In this work we looked at the history of methods of the building duga Struve, its place in the historic inheritance of XIX century. Modern researches what concerns point of duga Struve, place, investigation and restoring of historic memory of XIX century are shown here. We described modern methods of satellite geodesy which used for restoring historic triangulation base.

Постановка проблеми. Геодезична дуга Струве побудована у 1816–1855 рр., результати якої мали важливе значення для визначення форми та розмірів Землі. Надзвичайно важливим для нашої країни є детальний і всебічний аналіз виконаних вимірів під час побудови дуги Струве, а також доведення високої точності виконаних робіт. Технологія градусних вимірювань мала величезне значення у процесі нагромадження й розвитку наукових знань про форму та розміри Землі.

На сьогодні вже технології супутникової геодезії, які прийшли на зміну градусним вимірюванням, використовуються для вирішення проблем регіональної, локальної геодинаміки, вертикальних і горизонтальних зсувів земної кори. Це дуже важлива інформація, що розглядається різними галузями, і не в останню чергу військовими.

Значення супутникової геодезії в сучасному суспільстві постійно зростає, і саме тому створення дуги Струве розглядається як одна з найважливіших подій у розвитку світової астрономії, геодезії, географії тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням про історичний огляд побудови геодезичної дуги Струве, обстеження та відновлення пунктів, використання супутникових геодезичних GPS-спостережень в Україні присвячено низку праць таких відомих вчених, як С. Г. Савчук, Р. О. Висотенко, О. В. Кучер, О. В. Ренкевич, Ю. А. Стопхай та ін. [2; 4].

Публікації з цього приводу засвідчують, що й донині ведеться пошук шляхів удосконалення наукової цінності дуги меридіана, історії розвитку досліджень про форму та розміри Землі [2; 4].

Постановка завдання. Основною метою статті є розгляд сучасних досліджень з відновлення пунктів дуги Струве. Для знаходження, обстеження та відновлення історичної пам'ятки XIX століття виникає необхідність застосування сучасних геодезичних технологій визначення положення пунктів триангуляційної мережі.

Виклад основного матеріалу. Що ж це за дуга така і чому сьогодні їй приділяється стільки уваги? Ще у XVIII столітті вчені висловили припущення, що Земля має форму не кулі, а еліпсоїда. Проте вимірювання, на підставі яких було встановлено цей факт, не давали точних результатів. Тому в XIX ученими багатьох країн виконувалися нові градусні вимірювання.

У 1816 р. під керівництвом російського військового геодезиста К. І. Теннера розпочато побудову триангуляції в західних прикордонних губерніях Росії, а в прибалтійських губерніях Росії – градусні вимірювання по меридіану, які очолював відомий астрономом В. Я. Струве. Ці роботи мали велике значення в розвитку теорії і практики геодезії. Вперше поділ триангуляції на класи К. Теннер. Він сконструював один із типів базисного приладу, який дозволяв вимірювати базиси з

точністю до 1/300 000. Спосіб вимірювання кутів триангуляції розробив В. Струве, а також дослідив вплив атмосферної рефракції на результати вимірювання кутів. У 1855 році В. Струве і К. Теннер завершили роботи з вимірювання величезної дуги меридіана, що простягалася на 2800 км від узбережжя Північного Льодовитого океану (пункт Фугленес, Норвегія) до Чорного моря (пункт Старонекрасівка, Україна). Велике російсько-скандинавське широтне градусне вимірювання, яке досягло довжини у 25°20' (від Дунаю до Північного Льодовитого океану), отримало символічну назву – геодезична дуга Струве [3].

Російські градусні вимірювання виявилися дуже якісно побудованими: про це свідчить насамперед висока точність кутових і лінійних вимірів. Похибка вимірюваних кутів у частині дуги, яка була виміряна за безпосередньої участі В. Струве, становить 0,57"; у фінляндській частині дуги вона виявилася дещо більшою, але в цьому районі, з вкрай несприятливими умовами для спостережень, вона не перевершила 0,87". У межах Віленської, Гродненської та Курляндської губерній (литовська дуга) похибки вимірюваних кутів становили 0,68", волинської та подільської – 0,73", а в Бессарабії – 0,61". Порівняно з російськими, виміри шведських і норвезьких геодезистів виявилися значно гіршими щодо точності, хоча вони й виконувалися майже через 30 років після перших робіт К. Теннера та В. Струве [3].

Всього по цій дузі побудовано й визначено 265 геодезичних пунктів, які практично вперше було закріплено спеціальними центрами та зовнішніми знаками у вигляді пірамід. Це допомогло визначити форми і точні розміри Землі і довести правильність математичних розрахунків Ньютона, які засвідчили, що Земля – не ідеальна куля [4].

Ми впевнені, що багато хто не знає, що означають ці загадкові знаки на високих пагорбах. Від людей доводилось чути різні версії, але всіх їх об'єднує завбачлива обережність і поважне ставлення до цих конструкцій. Насправді – це контрольні пункти геодезистів, які були споруджені у XIX – на початку XX століть і слугували для точного визначення топографії Землі методом триангуляції.

У 1928-1932 роках частини Військово-топографічної служби та Українське геодезичне управління виконували роботи з побудови ланки триангуляції 1 класу Переяслав Хмельницький – Шепетівка, де були задіяні пункти дуги Струве – Катеринівка, Базалія, Мончинці. На цих пунктах у камені було забетоновано металеві марки. У 1930 році на пунктах Катеринівка та Мончинці Військово-топографічна служба Червоної армії виконала астрономічні спостереження, у результаті яких визначено астрономічні широти та довготи цих пунктів. У 1954 році Українське аерогеодезичне підприємство провело повторні спостереження Шепетівської базисної мережі триангуляції 1 класу, а саме на пунктах Катеринівка, Базалія та Мончинці [2].

У квітні 2003 року Державна служба геодезії, картографії та кадастру (Укргеодезкартографія) доручила Науково-дослідному інституту геодезії і картографії (НДІГК) виконати комплекс робіт з розшуку та відновлення на місцевості пунктів геодезичної дуги Струве. У процесі підготовки до польових робіт уточнено значення координат та підготовлено необхідні дані на 9 пунктів геодезичної дуги Струве, а саме: Базалія, Мончинці, Катеринівка, Фельштин, Баранівка, Чорноводи, Ганнівка, Карачківці та Супрунківиці [4].

Обстеження центрів пунктів виконали у квітні 2003 року. Під час обстеження пунктів використано топографічні карти масштабу 1:100000. Визначення місць розташування пунктів на місцевості виконували за допомогою GPS-приймачів. Розшукували пункти за такими основними ознаками:

- кургани або командні висоти на місцевості;
- залишки каналів колишнього зовнішнього оформлення пунктів;
- наявність у конструкціях центрів пунктів матеріалів, детально описаних В. Струве.

Пошук починався з винесення на місцевість приблизного місцеположення пунктів у системі координат ETRS 89 за допомогою GPS-приймачів, з точністю приблизно 2-3 м. Пізніше виконувались розкопки цих місць з метою виявлення центрів, які відповідають описам, наведеним В. Струве. З дев'яти обстежених пунктів для відновлення було відібрано три: Катеринівка, Фельштин та Баранівка, – як пункти, належність яких до геодезичної дуги Струве достовірно підтверджена [4].

На пунктах спостереження виконані такі роботи:

- відновлення центрів пунктів і встановлення пізнавальних стовпів;
- відновлення зовнішнього оформлення геодезичних пунктів;
- встановлення пам'ятних знаків;
- задача оновлених геодезичних пунктів для охорони та нагляду за їх збереженням [4].

Для виконання супутникових геодезичних спостережень з метою встановлення сучасних координат пунктів дуги Струве використовувалися двочастотні GPS-приймачі. Спостереження виконували на чотирьох пунктах геодезичної дуги. У процесі опрацювання матеріалів спостережень до них долучалися виміри, отримані через глобальну мережу Інтернет із трьох перманентних станцій, які розташовані на території України [1].

Таким чином, з використанням супутникових технологій було встановлено сучасні координати чотирьох пунктів дуги Струве на території України.

Дуга Струве є видатною та унікальною геодезичною побудовою як за розмірами, так і за точністю виконаних робіт і проходить уздовж меридіана територіями десяти країн Європи (Норвегії, Швеції, Фінляндії, Росії, Естонії, Латвії, Литви, Білорусі, України, Молдови). Ці країни 28 січня 2004 р. звернулись у Комітет ЮНЕСКО з усесвітнього надбання з пропозицією затвердити 34 пункти дуги Струве, які збереглися, як пам'ятку всесвітньої спадщини.

15 липня 2005 р. на 29-й сесії Міжурядового комітету з охорони всесвітньої культурної і природної спадщини, що проходила в м. Дурбані (ПАР), було прийнято рішення про внесення дуги Струве до списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Список ЮНЕСКО на сьогодні нараховує 812 пам'яток всесвітнього значення – визнаних “див світу”, з яких єдине науково-технічне “диво” – це дуга Струве, свого часу відома як Російсько-скандинавська дуга меридіана.

Висновки. Надзвичайна довжина геодезичної побудови та висока точність виконаних спостережень зумовили те, що матеріали на дугу Струве використовувалися впродовж більш ніж 120 років, тобто фактично до початку супутникової ери. Тому геодезична дуга Струве, яка збереглася до наших днів, є доказом надзвичайної щодо якості та видатної за значущістю трьохсотрічної технологічної традиції визначення форми й розмірів Землі за допомогою методики тригонометричних та астрометричних спостережень уздовж наземних дуг. Під час спостережень на дузі Струве вперше у світовій практиці геодезичних знімачів було розв'язано багато практичних і теоретичних задач.

Використання спеціальних навігаційних супутників – це найновіша на сьогодні технологія в геодезичних дослідженнях. Технологія наземних спостережень залишається яскравим прикладом видатних наукових досягнень, незважаючи на те, що з появою супутникових технологій наземні спостереження частково втратили свою актуальність.

Бібліографічний список

1. Українська мережа станцій космічної геодезії та геодинаміки. – К. : ВАІТЕ, 2005. – 62 с.
2. Кучер О. В. Відновлення пунктів геодезичної дуги Струве на території України / О. В. Кучер, Ю. А. Стопхай, Р. О. Висотенко // Вісник геодезії та картографії. – 2003. – № 4. – С. 22-25.
3. Струве В. Я. Дуга меридіана (избранные главы) / [под ред. С. Г. Судакова]. – М. : Геодезиздат, 1957. – 256 с.
4. Савчук С. Г. Перший науковий об'єкт – геодезична дуга Струве у списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО / С. Г. Савчук, І. С. Тревого // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2006. – Вип. II (12). – С. 92-96.