



## ГЕОДЕЗИЧНИЙ ЗРІЗ УКРАЇНИ ПО МЕРИДІАНУ 26°43': МАТЕРІАЛИ ПРО ПОШУК ПУНКТІВ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ДУГИ СТРУВЕ

*Описан комплекс работ 2009-2010 годов по розыску и восстановлению пунктов украинского сегмента Геодезической дуги Струве.*

*The works on searching and restoring the sites of Ukrainian segment of the Struve Geodetic Arc in 2009-2010 are described.*

**Вступ.** 15 липня 2005 р. на 29-й сесії Комітету всесвітньої спадщини ЮНЕСКО (м. Дурбан, Південно-Африканська Республіка) до Списку всесвітньої спадщини було включено унікальний об'єкт – Геодезичну дугу Струве, яка пролягла по території 10-ти сучасних країн на відстань майже 3 тис. кілометрів між Північним Льодовитим океаном та Чорним морем. Дуга являє собою ланцюг із 258-ми трикутників. На ній виміряно 10 базисів і 13 астрономічних пунктів. Загалом дуга Струве – це 12 окремих дуг, ув'язаних між собою. Завдяки високій точності й великій протяжності всієї побудови ці вимірювання набули особливого статусу серед інших градусних вимірювань, які не змогли їх перевершити ані за якістю, ані за масштабом. Роботи зі створення такої побудови збагатили світову науку новими методами вимірювань кутів та ліній, оброблення цих вимірів, розробками оригінальних приладів (базисний прилад Струве та ін.) і дала змогу багатьом виконавцям пройти школу з виконання високоточних геодезичних вимірювань, організації робіт та управління.

Німецький математик і астроном Ф. В. Бессель, використав значну частку цих вимірів для обчислення розмірів еліпсоїда 1841 р. [3], який і досі використовується в національних системах координат ряду країн Європи, Азії та Африки. Виміри дуги Струве у своїх розрахунках розмірів Землі, в т. ч. й розмірів еліпсоїда Красовського, використовували й інші вчені.

Отже, Геодезична дуга Струве відіграла величезну роль у розвитку досліджень форми і розмірів Землі. Це одне з давніх градусних вимірювань, що не втратило свого наукового і практичного значення до наших днів.

**Загальні відомості про український сегмент дуги та комплекс робіт з пошуку її пунктів у 2003 р.** Враховуючи важливе значення цієї геодезичної побудови для світової спільноти, Міжнародна асоціація геодезистів разом із Міжнародним астрономічним союзом звернулися з клопотанням про допомогу до державних геодезичних служб країн, через які проходить дуга, у справі пошуку її пунктів.

На Україну припадає 51 пункт основних трикутників та 12 пунктів, які об'єднані в 3 базисні мережі й 3 безпосередньо виміряних базиси: Старокостянтинівський, Романкауцький і Ташбунарський – загалом 63 пункти.

У квітні 2003 р. Державна служба геодезії, картографії та кадастру (Укргеодезкартографія) доручила Науково-дослідному інституту геодезії і картографії (НДІГК) відшукати, обстежити і відновити три-чотири пункти дуги Струве, що збереглися до наших днів [1]. У результаті виконання цих робіт було відібрано чотири пункти дуги: Старо-Некрасівка, Катеринівка, Фельштин та Баранівка і номіновано їх від України для внесення до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

**Комплекс пошукових робіт на пунктах Волинських та Подільських трикутників у 2009 р.** Проектом робіт на цей рік було намічено обстеження північної частини дуги на території України – Волинських та Подільських трикутників, а влітку 2010-го – південної: Бессарабських трикутників.

Виконання проекту в НДІГК було покладено на робочу групу виконавців, до складу якої увійшли: О. В. Кучер – перший заступник директора з наукової роботи, науковий керівник теми; Ю. А. Стопхай – начальник центру геодезичних досліджень, виконавчий керівник теми; О. В. Ренкевич – науковий співробітник центру геодезичних досліджень; Ю. Ю. Фадєєв – начальник сектору ведення банку геодезичних даних; Д. Ю. Данильчук – начальник сектору геодезичних спостережень; В. О. Волошко – топограф II категорії; М. О. Кучер – геодезист.

Для розрахунку координат пунктів дуги було використано програмний комплекс GeoLab виробництва компанії "Bitwise Ideas Incorporated" (Канада). Головне призначення комплексу – проведення тривимірного вирівнювання даних різних типів спостережень та їх комбінацій методом найменших квадратів, отримання остаточних координат і детальне оцінювання точності виконання математичного оброблення даних. Метою обчислювальних робіт було отримання координат пунктів дуги в системі УСК-2000. Для цього використали матеріали кутових спостережень на пунктах дуги та на базисних пунктах, які були люб'язно надані Геодезичною службою Фінляндії. За вихідні пункти було взято Старо-Некрасівку, Катеринівку, Фельштин, Баранівку та кілька інших пунктів, які розташовувалися на курганах і центри яких схожі були на такі, що закладалися ще за часів існування Російської імперії: *Гурники, Кременець, Чорноводи, Карачківці, Супрунківці, Миколаївка, Тараклія.*

На жаль, ніякої інформації про цю побудову у нас не було, отримати координати відшуканих пунктів у сусідніх країнах нам не вдалося. На звернення до



пана В. Б. Капцюга, секретаря правління Санкт-Петербурзького товариства геодезії та картографії, з проханням надати координати пункту Старо-Некрасівка, визначені в 1994 р., або якісь інші матеріали, які могли б полегшити пошук та уточнити наші розрахунки, було отримано ввічливу відмову. Тож дослідники самостійно розраховували координати пунктів дуги в системі координат УСК-2000 та СК-42. За координатами з каталогів координат було вибрано існуючі пункти Державної геодезичної мережі України, що розташовані в безпосередній близькості від шуканих, і проаналізовано імовірність їх належності до пунктів дуги Струве.

При таких, відверто кажучи, "слабких" вихідних даних головним нашим завданням було визначити найцінніші для подальших пошуків перші пункти. За умови безсумнівної їх ідентифікації як автентичних пунктів дуги це дало б змогу визначити їх координати і виконати наступну ітерацію у визначенні пунктів, принаймні суміжних або близьких до них.

На початковий момент польового обстеження існувало два принципових підходи до вибору пунктів, що підлягали розшуку в першу чергу:

1. У пунктах, що, за розрахунками, мали різницю між координатами пунктів за Струве та координатами пунктів ДГМ до 2 м, виконувати їх "відкриття" за однією з граней, за азимутом зміщення. Це давало можливість швидше встановити стан центру, але зменшувало шанси при пошуку автентичного та неушкодженого центру дуги;

2. Вести пошук таких пунктів дуги, поблизу яких (на відстані до 50 м) не було жодного пункту ДГМ або відомостей про них. Це підвищувало імовірність схоронності та оригінальності центру дуги на місцевості, але збільшувало площу пошуків, особливо перших пунктів.

Оскільки польові роботи виконувало дві бригади виконавців, а обидва підходи мали право на життя, то було вирішено, що одна бригада керуватиметься одним принципом, а друга – іншим. Результат виявився абсолютно однаковим в обох бригад: жодного центру, який би можна було безпомилково вважати центром дуги, ми не знайшли. Деякі пункти зникли внаслідок господарської діяльності людини, частину пунктів ми визнали такими, що були втрачені в результаті бойових дій під час Другої світової війни, про що свідчили відкопані металеві фрагменти зброї та боєприпаси.

Перші реальні ознаки ми виявили на пункті *Смордва*, що, за розрахунками, мав знаходитися поблизу пункту ДГМ. При розкопках було виявлено багато ламаної старовинної цегли, нижні ряди кладки були розташовані в певному порядку, тому ми припустили, що знайдено основу центру дуги, верхню частину якого, імовірно, знищено при побудові новішого пункту. Оскільки пункт розташовувався в непридатному для GPS-спостережень місці, а поблизу був сучасний геодезичний пункт, елементи приведення (редукції) було знято, а за центр пункту дуги було прийнято геометричний центр цегляної кладки (див. фото 1).



Фото 1. Центр пункту Смордва (відреставрований)

Потім виявили пункт *Гута-Камінська*. За наявними у нас даними, сучасних пунктів ДГМ поблизу нього не значилося. Тож старий пункт було виявлено завдяки величезній за розмірами, але вже ледве помітній за глибиною канавці, що залишилась від окопування. В геометричному центрі цього контуру ми провели розкопування і легко виявили центр, який, на диво, виявився бетонним з цегляною опалубкою та металевим кошиком (див. фото 2). Координати знайденого центру було визначено за допомогою GPS-вимірювань.



Фото 2. Центр пункту Гута-Камінська (в кутку видно цегляну опалубку, в центрі – залишки металевих кошиків)

Подальші розкопки виявилися малорезультативними, хоча всю північну частину Волинських трикутників, яка складалася з 16-ти пунктів, було обстежено, окрім одного пункту – *Голоби*. Оскільки цей пункт був останнім у даному районі, ми оцінили ситуацію і виробили план подальших дій. У ході обговорення висловлювалися міркування як щодо робіт на іншій ділянці, так і щодо продовження розкопок на пункті *Голоби*. Зрештою було вирішено опрацювати дані спостережень,





визначити координати пунктів Гута-Камінська й Сморгва, задати їх як вихідні та виконати повторне вирівнювання дуги і тільки після цього приймати рішення про завершення розкопок на пункті Голоби.

Повторне опрацювання даних, що базувалося на спостереженнях "справжніх" пунктів дуги, дало розбіжність у положенні шуканого пункту Голоби до 4 м. Тому було вирішено продовжити розкопки в новому місці, тим більше, що, як показало перше розкопування, в цій місцевості дуже добре розрізняється порушена земля і цілина – верхній шар чорнозему на глибині 0,3 м змінюється білим шаром крейди. На відстані близько 4 м від розрахункового положення центру було знайдено чітко виражений шар перемішаної землі. При подальшому розкопуванні цієї ділянки виявили залишки дерев'яного стовпа – це міг бути або розпізнавальний стовп над центром, або залишки дерев'яної "ноги" зовнішнього знака – сигналу. Докопавшись до білої крейдиної породи, ми пересвідчилися, що то були такі залишки "ноги" дерев'яного сигналу.

У ході подальших розкопок було виявлено ще одну ділянку перемішаного ґрунту і ще одну "ногу" на відстані 1,7 м від першої. Стало зрозуміло, що ми рухаємося у правильному напрямку, хоча були і сумніви, оскільки таких "ніг" в інших місцях відкопували до восьми на одному пункті, різних за розмірами і за віком.

Отже, знаючи положення двох "ніг", можна було приблизно визначити місце, де мав знаходитися центр. Допомогло, як і раніше, перешарування ґрунту, і на глибині 0,9 м почувся характерний скрегіт під заступом та оголилась червона цегла.

Було схоже, що все ж таки ми знайшли той самий центр дуги: справжній, неушкоджений. Цегла була нестандартного, як на сьогодні, розміру (31×16×6,5 см), від давності вона стала крихкою, але при обережному поводженні з нею форму тримала; розмір цегляної кладки – 31×16 см. Глибину кладки не перевіряли, щоб уникнути її руйнування. Оскільки явно вираженого центру (носія координат) виявлено не було, вирішили підняти центральну цеглину. Під нею побачили свинцеву пластину овальної форми розміром приблизно 4×6 см.

Під цією пластиною лежала вертикально розміщена цеглина з насіченими діагоналями, в точці перетину яких була вмонтована марка пункту, яка являла собою також свинцевий прямокутник з отвором по центру (див. фото 3).

По завершенню процедур розкопок поблизу центру (на відстані 1 м) встановили розпізнавальний стовп, сам центр було приведено до його первинного стану, а на цегляну кладку було покладено дерев'яні бруски для запобігання ушкодженню при можливому повторному відкриванні центру. Пункт обкопали і здали місцевим органам влади для нагляду і забезпечення схоронності.

На центрі пункту було виконано GPS-спостереження, визначено координати і взято їх як вихідні для повторного вирівнювання дуги. Після порів-



Фото 3. Центр пункту Голоби

няння попередніх результатів з отриманими було вирішено провести повторні розкопки пунктів Жабче й Осміговичі, проте вони задовільного результату не принесли.

На цьому було завершено перший польовий виїзд з обстеження пунктів Волинських трикутників у липні 2009 року.

У ході камерального опрацювання експедиційних даних було проведено ретельний аналіз та сформовано новий набір вихідних даних для інструментального розшуку решти пунктів дуги.

У серпні 2009 р. було проведено другий етап пошуку пунктів Подільських трикутників. Уже перші кроки дали достатньо оптимістичні результати. За новими даними у перші ж дні в радіусі 1 м від розрахованого положення на глибині 0,5 м знайшли пункт Матвійвці (див. фото 4). Форма носія координат цього пункту відрізнялась від носія на пункті Голоби. Очевидно, стандарту на центри тоді ще не було, а закладення проводили різні бригади виконавців. До слова, такого центру, як на пункті Голоби, більше ми не знаходили.



Фото 4. Відкритий центр пункту Матвійвці (посередині видно центральну цеглину з насічкою)





При оновленні цього пункту, а точніше, при обкопуванні однієї з його граней було виявлено ще одну цегляну кладку, але не такої правильної форми, без центральної цеглини, але сама цегла була ідентична тій, з якої збудовано центр. Імовірно, кладку з невідомих причин (можливо, при забутованні "ноги" сигналу) було зарито. Ця знахідка породила сумнів стосовно цегляної кладки на пункті Сморгва, оскільки там ані центральної цеглини, ані її залишків знайдено не було.

Так само з невеликими зусиллями, завдяки достатньо точному збігу розрахованого положення пунктів з фактичним, було виявлено пункт *Сивки* (див. фото 5).

На превеликий жаль, цей пункт виявився сильно пошкодженим у результаті господарської діяльності людини. Проте центральна цеглина, хоча і без верхівки, знаходилася на своєму місці й добре "читалася". Глибина залягання центру – 0,4 м.



Фото 5. Центр пункту Сивки. По центру проглядається залишок розділеної вздовж цеглини, верхня частина якої, цілком імовірно, мала насічку

При виконанні спостережень на цьому пункті за носій координат було прийнято геометричний центр зламу центральної цеглини.

Наступним було знайдено пункт *Мости*. Його особливість полягала в тому, що знаходився він у підліску, і над центром зберігся дерев'яний розпізнавальний стовп, який ми виявили вже на глибині 0,3 м, тому навіть з'явилася підозра, чи це не "нога" сигналу. Та побоювання виявилися марними, оскільки під стовпом було віднайдено кладку, що, правда, дещо іншої форми, ніж попередні, її навіть важко було назвати кладкою, скоріше вона нагадувала окрему цеглину.

Коли ми її підняли, то виявили щось подібне до кладки з центральною цеглиною, на якій було нанесено насічку, причому нанесену в інший спосіб, ніж на попередніх пунктах (див. фото 6).

Ще одна особливість цього пункту – глибина його залягання, яка склала 1,30 м, очевидно, саме тому закладався розпізнавальний стовп.



Фото 6. Відкритий центр пункту Мости

Далі низка знахідок перервалася втраченим пунктом *Білозірка*, який розташовувався на знищеному кургані (це з'ясувалося в ході опитування місцевих жителів).

Під час пошуку пункту *Кривачинці* відносно пункту ДГМ Кривачинці 2 класу було знайдено однойменний пункт 1 класу, що вважався знищеним за даними обстежень минулих років. Окрім того, при розкопках серед битої цегли було виявлено центральну цеглину з насічкою. Отже, цілком імовірно, що пункт дуги Струве Кривачинці було знищено у результаті побудови новішого пункту ДГМ 1 класу, але цей пункт закладено практично в тому ж місці, що і пункт дуги.

Суттєво відрізнявся від усіх знайдених до цього пункт *Олександрівка* (див. фото 7).

Як видно з цього фото, центр складається з кам'яної кладки, на відміну від попередніх цегляних. Єдиний цегляний елемент – центральна цеглина, розділена навпіл уздовж, яка, без сумніву, слугувала центром пункту, як і на всіх попередніх пунктах. Матеріал кладки пояснити легко, якщо оглянути



Фото 7. Загальний вигляд пункту Олександрівка



місцевість, на якій розташований пункт: під шаром чорнозему розташовані кам'яністі ґрунти, окремі виходи каменю зустрічаються по ярах та річкових долинах. На жаль, верхня частина центру була пошкоджена, хрестоподібна насічка з цеглини збита, тому центрування при спостереженнях виконувалося на геометричний центр уламку. Щоб уникнути подальшого руйнування пункту, ми побудували дерев'яний "саркофаг" та обкопали його.

Абсолютно випадково і дивом зберігся пункт *Базалія*, оскільки за нашим розрахунком пункт дуги Струве мав розташовуватися у безпосередній близькості від пункту ДГМ Базалія 1 кл. На щастя, в ході земляних робіт минулих років постраждав тільки край цегляної кладки, а сам центр разом з носієм координат лишився неушкодженим (див. фото 8).



Фото 8. Центр пункту Базалія

Через те що знайдені пункти в основному розташовувалися у місцях, на яких пізніше не велося ніяких геодезичних робіт, ми не могли мати жодних відомостей про пункти сучасних геодезичних мереж поблизу пунктів дуги. Тому було вирішено приділити увагу насамперед саме таким пунктам: по-перше, більша імовірність їх збереження, по-друге, існувала можливість за перемішаністю шарів ґрунту контролювати правильність напрямку робіт. Оскільки надалі пункти дуги, як правило, розташовувались за два метри від сучасних пунктів ДГМ, то для подальших розкопок було вибрано два найпівденніші пункти Подільських трикутників – *Загоряни* та *Вовченець*. Але позитивного результату на цих пунктах ми не досягли. На пункті *Загоряни* на глибині 1 м ми знайшли хаотично розташоване каміння, уламків цегли не виявлено. На пункті *Вовченець* не виявлено жодного сліду центру, незважаючи на ширину розкопи (3×3 м) та на добре розшарування ґрунту – чорнозем і глина.

Аналізуючи розташування всіх знайдених пунктів (глибина залягання, перемішаність ґрунту), виникла думка, що мережа набула деякого розвитку, оскільки останні відомі пункти розташовувалися на досить великій відстані. Тому було вирі-

шено на цьому завершити розкопки на цій ділянці, а повернутися до роботи після позитивного результату з розшуку пунктів Бессарабських трикутників, якщо будуть виявлені значні розбіжності в розрахункових даних.

Так завершилися польові роботи у 2009 р. на пунктах Волинських та Подільських трикутників української частини Геодезичної дуги Струве. До слова, після уточнення координат у 2010 р. повторний пошук пунктів дуги не приніс нових результатів, було знайдено лише залишки пункту *Селище*, який відноситься до Романкауцької базисної мережі.

Схему Волинських і Подільських трикутників Геодезичної дуги Струве з результатами виконання пошуково-дослідницьких робіт зображено на мал. 1.

**Пошукові роботи на пунктах Бессарабських трикутників у 2010 р.** На цей рік було заплановано та здійснено виїзд на польові роботи з розшуку південних пунктів Геодезичної дуги Струве.

На кінцевому її пункті – *Старо-Некрасівка*, що розташований в однойменному селі, з нагоди завершення градусного вимірювання у 1855 р. було встановлено чавунний пам'ятний знак. Але, як уже було зазначено раніше, точних координат цього пункту пошуковці не знали, а ті, які вони використовували для розрахунків, викликали сумніви. Тому було вирішено почати пошукові роботи з визначення координат цього пункту (див. фото 9), а також розшуку пункту *Ізмаїл*, який, за попередніми відомостями, був розташований на дзвіниці храму, опрацювати результати спостережень та визначити вихідні дані для подальшого інструментального розшуку решти пунктів.



Фото 9. Виконання спостережень на пункті Старо-Некрасівка

В Ізмаїлі за координатами було ідентифіковано храм, який виявився храмом св. Миколая Православної Старообрядової церкви, побудований у 1833 р., про що свідчить викарбувана на фасаді дата.





Мал. 1. Схема Волинських і Подільських трикутників дуги Струве та результати обстеження і відновлення її пунктів

Оброблення результатів спостережень на пунктах Старо-Некрасівка та Ізмаїл показали, що пам'ятний знак на першому з них встановлений точно на пункті спостережень, а оптичні спостереження на другому виконувалися з верхньої галереї дзвіниці (див. фото 10). Всі виконані роботи дали нам змогу точно розрахувати положення пунктів південної частини дуги.

На жаль, з 16-ти південних українських пунктів, окрім двох названих, знайти вдалося лише залишки (уламки каміння) пункту *Ташбунар II* та пункт *Пандаклія* (див. фото 11).

Центр пункту Пандаклія являє собою вапняковий стесаний камінь  $30 \times 30$  см з фігурною верхньою площиною, на якій є насічка завглибшки 1 см, а по центру насічки – залишки металевих цвяхів. Висота каменю близько 0,70 м.

Шкода, але підтвердити чи спростувати належність цього центру до пунктів градусного вимірювання не було можливості, оскільки поблизу не знайдено пунктів, які б з великим ступенем імовірності належали до дуги, а розрахунок за ними, що є, дають у цьому місці середню квадратичну похибку визначення положення близько 0,6 м. Результат



Фото 10. Дзвіниця храму св. Миколая в Ізмаїлі

спостережень цього пункту відрізняється від розрахункових даних на 0,8 м, тобто більш як на третину від СКП розрахункового показника.

Решту пунктів української частини Бессарабських трикутників або знищено, або їх розраховане положення дуже близьке до координат пунктів існуючої геодезичної мережі. На мал. 2 вказано пункти, що збереглися, знищені й такі, які збігаються з пунктами ДГМ.



Фото 11. Центр пункту Пандаклія



Мал. 2. Схема Бессарабських трикутників, розташованих на території України





**Розшук пунктів базисних мереж.** Як уже зазначалося, на території України знаходяться три базисних мережі Геодезичної дуги Струве – Старокосянтинівський, Романкауцький і Ташбунарський базиси.

У 2009 р. пошук проходив на Старокосянтинівському базисі, у 2010-му – на Ташбунарському та Романкауцькому.

Пошук пунктів Ташбунарського базису закінчився безрезультатно – пункти *Вайсаль* і *Ташбунар I* визначено втраченими, оскільки вони розташовувалися на ділянках землі з активною господарською діяльністю та щільною забудовою. На Романкауцькому базисі знайдено лише залишки одного пункту – *Селище*. Це пункт базисної мережі, тобто такий, на якому виконувалися не лінійні, а тільки кутомірні спостереження.

Можна вважати, що успіхом завершився пошук пунктів Старокосянтинівського базису, тому спинимося на цих роботах детальніше.

**Розшук пунктів Старокосянтинівського базису.** Просуваючись на південь уздовж дуги, було виконано обстеження пунктів, відображених на мал. 3.

З шести пунктів цієї базисної мережі пункт *Западинці* виявився знищеним, оскільки це місце було забудоване, *Вербородинці* та *Волиця-Керекешна* збігаються з пунктами ДГМ. Четвертий пункт – *Старокосянтинів* виявився руїнами оборонної вежі XVI-XVII ст., яку у XVIII ст. архітектор Е. Жибер перебудував під дзвіницю костелу.

Два останніх пункти – *Кузьмин* та *Погоріла* бу-

ли пунктами, між якими безпосередньо вимірювався базис, і вони, звичайно, мали для нас особливу цінність як лінійне вимірювання. Доклавши великих зусиль, оскільки в такій побудові через "провисання" мережі це були найслабші пункти, вдалося їх відшукати. Першим було знайдено пункт *Кузьмин* на відстані близько 3 м від розрахункового місця (див. фото 12).



Фото 12. Центр пункту Кузьмин

Центр пункту являє собою цегляну, квадратної форми кладку розміром приблизно 30×30 см, обкладену камінням. На жаль, верхня частина кладки виявилася зруйнованою і вираженого носія координат (насічки, марки, перехрестя) ми не виявили. Тому за носій координат було прийнято геометричний центр відреставрованої цегляної кладки, по центру центральної цеглини зроблено виїмку.

Визначивши координати пункту *Кузьмин* і уточнивши розрахунок координат пункту *Погоріла*, успішно провели розкопки останнього. Але при детальному огляді кладки було виявлено, що її верхня частина була зруйнована, можливо, внаслідок господарської діяльності, тому довелося встановлювати прилад на геометричний центр уламку центральної цеглини (див. фото 13).

Так було розшукано обидва пункти Старокосянтинівського лінійного базису, які, хоча і пошкодженими, але в задовільному стані збереглися і мають не тільки історичну цінність, а й придатні для наукових цілей.



Мал. 3. Схема пунктів Старокосянтинівського базису





Фото 13. Центр пункту Погоріла (по центру добре "читається" злам центральної цеглини)

**Висновки та перспективи досліджень.** Геодезична дуга Струве є видатною та унікальною геодезичною побудовою як за розмірами, розташуванням, точністю, так і за величезною практичною цінністю виконаних робіт. Дуга простягається практично на 3000 км територією багатьох країн Східної Європи і складається з майже 300-от трикутників, які витягнуті в ланцюг. Така технологія побудови геодезичних мереж (у вигляді триангуляційних побудов) відображує мало не 400-річну історію вивчення розмірів та форми Землі за технологією наземних спостережень, яка не втратила свого значення і досі.

Результати градусних вимірювань дуги лягли в основу еліпсоїдів Бесселя (1841 р.) та Красовського (1940 р.), які й понині використовуються низкою європейських країн у сучасних національних системах відліку.

Дуга Струве відіграла величезну роль у становленні та розвитку геодезії в Російській імперії. Якщо роботи В. Я. Струве збагатили науку знаннями про методи геодезичних вимірювань, то діяльність К. І. Теннера, який проводив ці вимірювання, стала практичною школою з підготовки великої кількості геодезистів для виконання високоточних робіт, їх організації та управління. Саме завдячуючи Теннеру, який, як відомо, очолював виконання робіт на Волинських, Подільських та Бессарабських трикутниках, тобто на території сучасних Білорусі, України та Молдови, було виконано закріплення центрів на місцевості, що дало змогу нинішньому поколінню українських геодезистів провести успішний розшук багатьох із них.

Аналізуючи типи знайдених центрів, можна зробити такі важливі висновки:

1. На час побудови Геодезичної дуги Струве в геодезичному виробництві не існувало такого поняття, як тип центру геодезичного знака, та не було їх стандартних конструкцій. Закріплення центрів на місцевості було вдалим винаходом, який успішно використовується в геодезичній практиці уже близько 200-от років.

2. Незважаючи на те, що центри виготовлялися з підручного матеріалу і найпростішої конструкції, практично всюди збереглася центральна їх частина – цеглина, розділена навпіл уздовж з насічками на торці.

3. Закріплення центрів на місцевості виконувалося з великою ретельністю, оскільки планувалося висока якість вимірів, про що свідчать носії координат – насічки на центрах, за розмірами невластиві навіть для сучасних центрів. Можливо передбачалося довготривале використання цих пунктів та виконання повторних вимірювань у майбутньому, але досконалішими інструментами.

За результатами дослідження 63-х пунктів Геодезичної дуги Струве, які розміщені на території сучасної України, встановлено, що:

- 3 пункти, які відновлені у 2003 р., внесені до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО;
- 23 пункти суміщені з пунктами Державної геодезичної мережі України і їхні центри замінені на сучасні. Розбіжності у положенні пунктів не перевищують 1-2 м;
- 13 пунктів збереглися на місцевості, їх оновлено в процесі пошукових робіт;
- 24 пункти знищені в результаті господарської діяльності людини.

Оброблення даних та аналіз матеріалів спостережень, виконаних за сучасною методикою і рівнем точності на віднайденних пунктах, дадуть змогу розрахувати положення решти пунктів, дослідити точність побудови й точність виконаних лінійних і кутових вимірів, підтвердити чи спростувати автентичність і непорушність знайдених центрів Геодезичної дуги Струве.

#### Література

1. Кучер, О.В. Відновлення пунктів Геодезичної дуги Струве на території України [Текст] / О.В. Кучер, Ю.А. Стопхай, Р.О. Висотенко // Вісн. геодез. та картогр. – 2003. – № 4. – С. 22-25.
2. Лепетюк, Б.Д. Геодезичні об'єкти дуги Струве – у Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО [Текст] / Б.Д. Лепетюк, О.В. Кучер, Р.О. Висотенко, Ю.А. Стопхай // Вісн. геодез. та картогр. – 2006. – № 1. – С. 17-21.
3. Струве, В.Я. Дуга меридіана [Текст] / В.Я. Струве; под ред. С.Г. Судакова. – М.: Изд-во геодез. лит., 1957. – 256 с.

Надійшла 06.04.11