

УДК 528.4

БІЛОКРИНИЦЬКИЙ С.М.

ГЕОДЕЗИЧНА ОСНОВА ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Постановка проблеми. Математична основа карти визначає геометричні закони побудови і геометричні властивості географічного зображення. До елементів математичної основи належать картографічна проекція і пов'язана з нею координатна сітка (або сітки), масштаб і опорна геодезична мережа.

Опорна геодезична мережа забезпечує перехід від фізичної поверхні Землі до поверхні еліпсоїда і правильне положення географічних елементів карти відносно координатної сітки. Геодезична мережа, необхідна в процесі зйомок, звичайно показується на топографічних картах і, отже, належить до їх змісту.

Геодезична основа карти включає:

- референц-еліпсоїд і вихідні геодезичні дати;

- координати геодезичних пунктів і точок знімальної геодезичної мережі.

Постановою Ради Міністрів СРСР від 7 квітня 1946 року для виконання всіх топографо-геодезичних і картографічних робіт на території СРСР був прийнятий еліпсоїд Ф.М. Красовського з параметрами: $a=6\,378\,245$ м і $\alpha=1:298,3$. Хоча постановою Кабінету Міністрів України від 22 грудня 1999 року було прийнято рішення про перехід України до геодезичної референцної системи 1980 року (GRS 1980) Світової системи координат WGS-84 з параметрами еліпсоїда: $a=6\,378\,137$ м, $\alpha=1:298,257$, практично до цього часу ми користуємося еліпсоїдом Красовського і системою координат 1942 року.

Отже, для проведення різного роду знімальних і інженерних вишукувань, необхідна опорна геодезична мережа, яка б забезпечувала їх виконання без порушення нормативних документів.

Аналіз досліджень. В сучасний час питаннями геодезичного забезпечення приділяється велика увага, як Державною службою геодезії, картографії і кадастру, так і такими вченими – Карпінський Ю.О., Лященко А.А., Кучер О.В., Войтенко С.П., Перович Л.М. та ін. Провідною науковою установою Укргеодез-картографії є Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, який здійснює наукові дослідження в галузі теоретичної геодезії, гравіметрії, вивчення форми і розмірів Землі, рухів земної поверхні, впровадження Світової системи координат WGS-84 та Державної референцної системи координат УСК-2000.

Виділення проблеми. Щоб усвідомити стан геодезичного забезпечення країни в цілому необхідно, перш за все, здійснити регіональні дослідження. Тому, метою нашого дослідження є стан забезпечення території Закарпатської області державною геодезичною мережею, для виконання топографічних і кадастрових знімальних, проведення землепорядних робіт, різного роду інженерних вишукувань тощо.

Виклад основного матеріалу. З 1822-го року, в період діяльності Корпуса військових топографів (КВТ), розвиток триангуляційних мереж як основи для топографічних зйомок стає системою. В усіх заселених і прикордонних районах топографічні зйомки спиралися на ці мережі. Але триангуляційні роботи, що виконувалися, не мали планового характеру, їх проводили здебільшого вибірково.

Над розвитком триангуляції паралельно з КВТ працювали й інші відомства: Гірниче – в Донбасі та Гідрографічне – уздовж берегів Чорного й Азовського морів, але їхні триангуляційні мережі мали локальне значення і не були пов'язані між собою, а інколи виконувалися на тій же території, незалежно одна від одної.

Неузгодженість триангуляцій поставили перед КВТ завдання звести всі триангуляції в одну загальну державну систему. Але спроби зробити щось у цьому напрямі наприкінці XIX століття були невдалими, бо триангуляції були різні за точністю, виконані без єдиної програми, що робило завдання загального вирівнювання нереальним. Це спричинило необхідність побудови триангуляції I класу наново, за єдиною обґрунтованою програмою. Комісія з питань розробки схеми і програми нової триангуляції I класу, очолена авторитетним військовим геодезистом І.І. Померанцевим, запропонувала будувати цю триангуляцію у вигляді рядів, розташованих приблизно по меридіанах і паралелях на відстанях до 500 км один від одного, що утворить систему замкнутих геодезичних полігонів з периметром близько 2000 км. У перспективі ці полігони повинні були заповнюватися триангуляціями 2 і 3 класів. Виконати цю програму завадила Перша світова війна.

Побудову мережі триангуляції 1 класу було розпочато в 1923-1924-му роках. Спочатку роботи розгортались дуже повільно. Хоча методи кутових і лінійних вимірювань, а також схеми побудови триангуляції були відомі, але потрібно було правильно вибрати найбільш придатні методи і схеми прокладання триангуляції. Цю роботу провів відомий геодезист Ф.М. Красовський. У 1927-му році він запропонував ланки геодезичних полігонів 1 класу робити завдовжки 200-250 км, крім того, у вузлових пунктах (на перетині рядів) вести спостереження здвосічних пунктів Лапласа (на обох кінцях вихідної сторони) і в кожній ланці визначити проміжні пункти через кожні 100 км. Було розроблено надійні програми кутових та лінійних вимірювань, сформовано вимоги до базисних мереж і точності вихідних сторін.

З метою упорядкування вищезазначених робіт на початку 1924-го року в м. Харкові було створене Українське геодезичне управління (УГУ). До обов'язків УГУ входило: постійне топографо-геодезичне забезпечення територій України, Криму, Молдови, підтримання геодезичних даних на рівні господарських потреб, розвиток астрономо-геодезичних мереж, забезпечення належного закріплення і збереження пунктів.

До початку Другої світової війни триангуляційні мережі були побудовані на території східних областей України. Після закінчення війни побудову триангуляційних мереж розпочинають на території центральних областей України. Крім того, прокладаються так звані Західні ряди триангуляції на території Правобережної України.

Точність астрономо-геодезичних мереж, виконаних в Україні за схемою Основних положень державної опорної геодезичної мережі СРСР (1939 р.), за всіма характеристиками задовольняла регламентації Міжнародного геодезичного і геофізичного союзу по триангуляції 1 класу: точність вимірювання базисів була в межах $1: 500\,000 - 1: 1\,000\,000$, середні квадратичні похибки вимірювання кутів за нев'язками трикутників, обчислені за формулою Ферраро, не перевищували $\pm 0,7''$.

У 1954-му році були затверджені Основні положення про державну геодезичну мережу СРСР, які в 1961-му році замінили на Основні положення про побудову державної геодезичної мережі СРСР і які стали коротко називати Основні положення 1954-1961-го років.

У результаті діяльності українських спеціалістів на території України було виконано значну роботу із формування головної геодезичної основи. Мережу будували за схемою і програмою, які передбачені Основними положеннями 1954-1961-го років. Старі мережі, побудовані згідно з Основними положеннями 1939-го року, крім полігонів астрономо-геодезичних мереж, було переведено в мережі згущення.

Державна геодезична мережа (ДГМ), що припадає на територію Закарпатської області, є часткою загальної ДГМ України, а, отже, - загальної мережі, яка була побудована на території колишнього СРСР. Площа Закарпатської області становить 12,8 тис. км². У зв'язку з тим, що область прикордонна, тому по її території проходить нижній ряд триангуляції 1 класу, який свого часу був пов'язаний з триангуляцією 1 класу Угорщини, Словаччини та Польщі.

Державна геодезична мережа 1 класу на території області побудована відповідно до вимог Основних положень про державну геодезичну мережу СРСР 1954-1961 років. Вона включає ряди триангуляції з довжинами сторін від 10 до 65

км. Загалом на територію області припадає 17 пунктів ДГМ 1 класу. Щільність пунктів в середньому становить 1 пункт на 753 км².

Пункти 1 класу – це в основному пункти ланки тріангуляції 1 класу Стрий–Мукачеве–Коломия, роботи по визначенню яких були здійснені у 1954-55 рр. Московським аерогеодезичним підприємством; ланки Рава-Руська–Хуст, роботи здійснені у 1966 році частинами Військово-топографічної служби (ВТС); Мукачівської базисної мережі тріангуляції 1 класу, роботи виконані у 1954-55 рр. Московським аерогеодезичним підприємством.

На двох пунктах були визначені високоточні азимути з астрономічних спостережень, це так звані пункти Лапласа.

Мережа 1 класу є вихідною для побудови мереж інших класів. Що ж до мережі 2 класу, яка припадає на територію області, то вона звичайно спирається на пункти 1 класу і налічує 80 пунктів. Мережа 2 класу створювалась одним методом – тріангуляції. Це ланки: Львів–Дрогобич–Ужгород, робота була виконана у 1963 році, частинами ВТС; Станіслав–Волово–Рахів, робота виконана у 1959 році, частинами ВТС; тріангуляція міста Ужгород, робота виконана у 1958 році, частинами ВТС. Середня щільність геодезичних пунктів 2 класу становить 1 пункт на 160 км².

Мережі 2 класу згущуються пунктами 3-го і 4-го класів, яких на територію області припадає 290. Їх щільність становить 1 пункт на 44 км². Мережі пунктів 3-го і 4-го класів створювались двома методами: тріангуляції і полігонометрії. Більшість мереж будувалась методом тріангуляції. Роботи по їх побудові виконувались у 1953 році Українським геологічним управлінням (тріангуляція Рахівської ділянки), у 1953 році Львівською геологічною експедицією (тріангуляція м. Перечин), у 1954 році трестом “Геотопозйомка” Держбуду УРСР (тріангуляція м. Мукачеве), у 1956 році трестом “Геотопозйомка” (тріангуляція м. Берегове), у 1958 році частинами ВТС (тріангуляція м. Ужгород), у 1959 році частинами ВТС (тріангуляція ланки Станіслав–Волово–Рахів), у 1963 році частинами ВТС (тріангуляція і полігонометрія ланки Львів–Дрогобич–Ужгород), у 1963 році Державним республіканським трестом “Геотопозйомка” (тріангуляція м. Міжгір’я), у 1964 році трестом “Геотопозйомка” (полігонометрія м. Перечин), у 1966 році Українським державним проектним інститутом “Гипроград” (полігонометрія м. Великий Березний), у 1973-75 роках підприємством №13 ГУГК (тріангуляція Карпатського геодинамічного полігону).

Аналізуючи ДГМ на території області, варто підкреслити, що багато пунктів, визначених у період з 1920 р. по 1949 р. за схемою “Основних положень про побудову державної опорної геодезичної мережі СРСР” 1939 р., після введення в дію “Основних положень 1954-61 рр.” не задовольняло їх вимогам і було переведено в мережі згущення. Це насамперед роботи, які виконувались в період з 1920 р. по 1939 р. Військово-географічним інститутом та Міністерством шляхів сполучення Польщі; роботи, які виконані у 1946 р. частинами ВТС на території тодішньої Закарпатської України; роботи, які виконані у 1947 р. частинами ВТС в районі Березне–Свалява; роботи, які виконані у 1948 р. частинами ВТС в районі Яблониця–Рахів–Руська–Мокре–Рунгури; роботи, які виконані у 1949 р. частинами ВТС в районі Хуст–Тячів–Волово; роботи, які виконані у 1950-51 рр. в районі Велятин (Вишково) топомаркшейдерською партією тресту “Львіввугіллягеологія”.

Загальна кількість пунктів ДГМ 1-4 класів на території області 387.

Середня щільність пунктів ДГМ складає 1 пункт на 33 км², що майже однаково з загальною на території України (1 пункт на 30,5 км²).

Створення за останнє десятиріччя ХХ століття нової апаратури і застосування методів координатних визначень на основі супутникових радіонавігаційних систем радикальним чином змінили саме уявлення про геодезичні роботи. На думку авторів [3], нові методи в порівнянні з традиційними мають багато переваг. До них можна віднести такі:

- можливість передачі координат практично на будь-які відстані з оперативністю й точністю, недосяжною для традиційних методів;
- необов'язковість взаємної видимості між пунктами, що дає змогу без спорудження геодезичних знаків розміщувати пункти в місцях найбільш сприятливих для їх збереження, спостереження та подальшого використання;
- більшу простоту в організації та виконанні робіт, особливо у важкодоступних районах;
- вищий рівень автоматизації на всіх стадіях виконання робіт, відсутність технічної залежності від доби, пори року, погодних умов;
- кращі можливості для об'єднання точної планової та висотної геодезичних основ на базі використання єдиної технології, суміщення пунктів носіїв планових координат і висот та ув'язування наявних планових і висотних мереж.

Але, застосування сучасних супутникових технологій у практиці геодезичного та картографічного забезпечення доводить, що ефективне використання супутникових приймачів навігаційних систем GPS і ГЛОНАСС в діючій системі відліку (СК-42 та Балтійська система висот 1977 р.) в багатьох випадках неможливе. СК-42 не забезпечує на необхідному рівні точності однозначного переходу до геоцентричної системи координат. Середня квадратична похибка переходу із СК-42 до геоцентричної становить близько 4-5 м.

Сьогодні перед геодезичною службою України стоїть складне завдання вибору оптимального шляху перебудови системи відліку. На думку авторів [3], застосування супутникових методів побудови геодезичних мереж так чи інакше пов'язане з використанням загальноземної системи відліку при обробці результатів вимірів. Тому найдоцільніше наново перевизначити пункти геодезичних мереж за допомогою супутникових методів, інтегрувати ці мережі у світову і потім вже беззастережно перейти до референцної системи координат, яка однозначно пов'язана із загальноземною системою відліку. Для втілення концепції побудови нової геодезичної референцної системи координат в життя, Науково-дослідним інститутом геодезії і картографії розглянуто та схвалено такі першочергові завдання:

- створення Української постійно діючої мережі спостережень Глобальних навігаційних супутникових систем (УПМ ГНСС). Частина пунктів цієї мережі будуть постійно діючими станціями світової європейської мережі;
- прив'язка пунктів ДГМ 1 та 2 класів до пунктів УПМ ГНСС;
- оцінка точності ДГМ та обчислення точних параметрів зв'язку державної системи координат з європейською та міжнародною системами;
- впровадження геодезичної системи відліку для території країни.

Станом на жовтень 2006 року в Україні існує 12 перманентних станцій, у тому числі, одна з них розташована на даху Ужгородського національного університету.

Роботи з побудови геодезичної мережі 1 класу виконано у 2004-2005 роках у рамках виконання проекту створення державної та спеціальної геодезичних мереж для забезпечення делімітації та демаркації державного кордону України. В ході реалізації проекту виконано обстеження та відновлення існуючої ДГМ 1 та 2 класів, проведено супутникові радіонавігаційні спостереження на пунктах мережі, обчислено вектор-бази між пунктами мережі, вирівняно мережі та обчислено координати пунктів мережі, укладено каталоги координат.

Геодезична мережа України 1 класу характеризується такими даними:

- середня квадратична похибка визначення пункту не перевищує 0,02 м;
- середня квадратична похибка визначення взаємного положення пунктів становить $\pm 0,01 - \pm 0,02$ м;
- середня квадратична похибка узгодження з загальноземною системою ITRF2000 на епоху 2005,0 становить $\pm 0,01 - \pm 0,02$ м.

Висновки. Дослідження геодезичного забезпечення Закарпатської області пунктами ДГМ 1-4 класів показало, що:

- існуюча на сучасний час ДГМ була побудована згідно “Основних положень про побудову державної геодезичної мережі 1954-61 рр.”;
- щільність пунктів ДГМ в основному достатня для забезпечення топографічних зйомок масштабу 1:10 000 і дрібніше (1 пункт на 30 км²);
- щільність пунктів ДГМ на більшій частині області задовольняє здійсненню топографічних знімків масштабу 1:5 000 (1 пункт на 20-30 км²);
- щільність пунктів ДГМ лише частково, тобто тільки на окремі ділянки території, задовольняє проведенню топографічних знімків масштабу 1:500-1:2 000;
- щоби мати більш реальну картину щодо можливості створення на територію області топографічних карт і планів, необхідно провести більш детальне дослідження за методикою розробленою нами раніше [2];
- 17 пунктів ДГМ 1 класу узгоджено з загальноземною системою ITRF2000 на епоху 2005,0.

1. Білокриницький С.М. Геодезичне забезпечення території Чернівецької області // Наук. вісн. Чернівецького ун-ту. – Вип. 104. Сер. Географія. – Чернівці: Рута, 2001. – С. 202-207.
2. Білокриницький С.М. Сучасні можливості створення великомасштабних топографічних карт і планів // Наук. вісн. Чернівецького ун-ту. – Вип. 120. Сер. Географія. – Чернівці: Рута, 2001. – С. 197-202.
3. Державна геодезична мережа / І.М. Заєць, О.В. Кучер // Державна картографо-геодезична служба України (1996-2006). – К.: НДІГК, 2006. – С. 47-66.

The problems of geodesic provisions of Transcarpathian region territory for providing topographic and cadastre surveys, land cadastre jobs and various engineering researches been studied here.