

## ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕЛЬМЕРТА В СУПУТНИКОВІЙ ГЕОДЕЗІЇ

**Расюн Віктор Леонідович**  
старший викладач кафедри геодезії,  
землевпорядкування та кадастру  
Волинського національного університету  
імені Лесі Українки  
м. Луцьк, Україна

**Вступ.** Геодезичні референцні системи координат, що створювалися класичними геодезичними технологіями не можуть забезпечити на прийнятному рівні точності переходу до загальноземних референцних систем, чи навпаки, через різні технології їх отримання. В роботі здійснено моделювання параметрів референцної системи із урахуванням як однозначності зв'язку з загальноземними референцними системами, так і збереженні існуючого геодезичного і картографічного матеріалу при переході до нової координатної системи

**Ключові слова.** GNSS, еліпсоїд, система координат, перетворення.

**Ціль роботи.** Основною проблемою при вирішенні питання про введення нової референцної системи координат є збереження репрезентативності існуючого картографічного матеріалу при переході від системи СК-63 до нової системи. [1]. Очевидно, що репрезентативність цього матеріалу можна буде вважати дійсною, якщо при переході до нової системи координат спотворення планового положення геодезичних пунктів не перевищать помилки визначеної нормативними документами, а саме:

для листа карти масштабу 1:10 000 – 3 м;

для листа карти масштабу 1:25 000 – 7,5 м;

для листа карти масштабу 1:50 000 – 15 м.

Наразі із цією вимогою нова система мусить мати однозначні параметри зв'язку із загальноземною геоцентричною системою координат, що забезпечить

ефективне використання в геодезичному виробництві супутникових радіонавігаційних систем та європейську інтеграцію з питань геопросторового представлення інформації. [2].

**Результати дослідження.** З огляду саме на ці вимоги пропонується методика моделювання референцної системи координат для території України за якою явно і однозначно задаються параметри зв'язку із загальноземною геоцентричною системою координат, які моделюються із врахуванням оптимального збереження існуючої математичної основи топографічних карт основних масштабів.

Задачі перетворення системи координат формулюються наступним чином:

1. Задана деяка точка з просторовими геодезичними координатами, приведеними до референт - еліпсоїда з великою піввіссю  $a_0$ .
2. Відомі параметри зв'язку між системами.
3. Знайти цю ж точку з просторовими геодезичними координатами, приведеними до еліпсоїда системи WGS-84.

Для моделювання використаємо перетворення за сімома параметрами Гельмерта (1), які повністю описують перетворення координатних систем

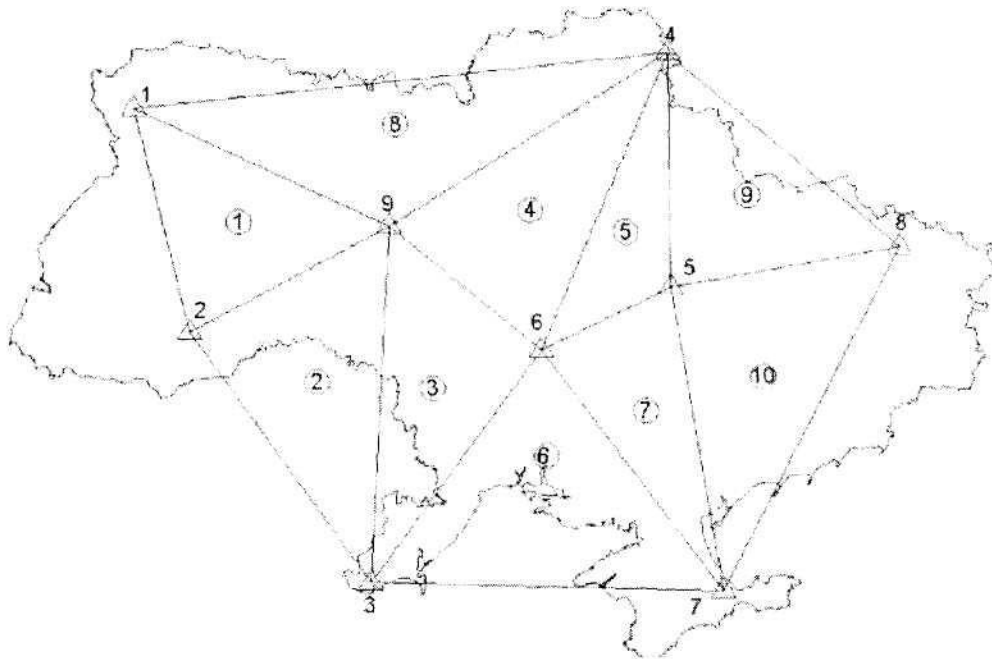
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ГЕОЦ} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ЛОК} + \begin{bmatrix} \mu & +R_Z & -R_Y \\ -R_Z & \mu & +R_X \\ +R_Y & -R_X & \mu \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{ЛОК} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} \quad (1)$$

де  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z, R_X, R_Y, R_Z$  і  $\mu$  - сім параметрів Гельмерта, а саме:  $\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$  - відображають вектор зміщення початку локальної системи координат та геоцентричної системи координат;  $\varepsilon_X, \varepsilon_Y, \varepsilon_Z$  - кутові елементи, які передають обертання локальної системи для забезпечення паралельності її осей з осями геоцентричної системи;  $\mu$  - масштабний множник. Змодельовані параметри перетворення (1) мають відповідати умовам:  $\Delta X = const$ ;  $\Delta Y = const$ ;  $\Delta Z = const$ ;  $R_X = const$ ;  $R_Y = const$ ;  $R_Z = const$ ;  $\mu = const$ , які знаходяться при умові оптимального збереження системи координат 1963 року.

Для практичних досліджень використані результати супутникових

радіонавігаційних спостережень на пунктах астрономо-геодезичної мережі 1 класу, виконаних у 2020 році. В результаті їх обробки в програмному середовищі GAMIT/GLOBK був отриманий комбінований розв'язок для 42 пунктів державної геодезичної мережі 1 класу в системі координат ITRF2000. Для моделювання референцної системи координат використано 9 пунктів, схема розміщення яких наведено на рисунку 1. Ці ж пункти мають координати в системі СК-42 на еліпсоїді Красовського.

В якості геоцентричної системи координат прийнята ITRF2000 системи ITRS. Система ITRS задається каталогом координат ITRF (міжнародної земної референцної системи відліку) та швидкостей їх зміни низки пунктів IERS, розміщених по всій земній кулі. Остання реалізація ITRS - ITRF2000, реалізація на 2000 рік.



**Рис. 1. Схема розміщення пунктів Державної геодезичної мережі 1 класу для моделювання параметрів референцної системи координат.**

Моделювання параметрів референцної системи координат для території України пропонується виконати шляхом аналізу зміщення координат однойменних пунктів за умовою дотримання вимог:

- масштаб референцної системи дорівнює масштабу геоцентричної

системи координат;

- осі координат референцної системи паралельні осям координат геоцентричної системи;

- розміщення центру референцної системи координат (суміщене з центром референт - еліпсоїда) має забезпечувати оптимальне відхилення поверхні референт - еліпсоїда від реальної поверхні Землі на регіон України, тобто мінімізація поправок за висоти геоїда та відхилення прямовисних ліній;

- для референцної системи координат приймається еліпсоїд Красовського з відповідними геометричними параметрами;

- для геоцентричної системи координат ITRS - ITRF2000 в якості поверхні відносності приймається еліпсоїд GPS-80 з відповідними геометричними параметрами.

**Висновки.** Таким чином, за допомогою параметрів трансформування координат можна переходити від загальноземної системи до нової геодезичної системи координат, яка забезпечить основну вимогу математичної обробки геодезичних вимірювань на території України. З метою збереження графічних матеріалів топографічних знімків необхідно, щоб параметри трансформування координат розраховувались під умовою мінімальних середніх квадратичних відхилень абсолютних значень координат існуючої системи і нової референцної системи.

#### **ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА:**

1. Кучер О. В., Заєць І. М., Стопхай Ю. А., Ренкевич О. В. Перетворення координат із державної геодезичної системи у світову систему WGS-84 . Вісник геодезії та картографії. 2002. № 3. С. 8 -14;

2. Савчук С. Г. Моделювання параметрів референцної системи координат для території України. Геодезія, картографія і аерофотознімання. 2003. Вип. 63. С. 73-79.