

УДК 528.36.23

к.т.н. Кучер О.В.,

Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, м. Київ,
к.т.н., проф. Староверов В.С., Акчуріна Г.С.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

НАПРЯМ РОЗВИТКУ ВИСОТНОЇ ОСНОВИ УКРАЇНИ

Відзначено, що національна система висот повинна бути узгодженою з Європейськими стандартами. Європейська вертикальна референцна система EVRS (European Vertical Reference System) узгоджена з світовою референційною системою висот IVRS (International Vertical Reference System).

Розглянуті умови встановлення національної системи висот.

Зроблено акцент на подальшому використанні Балтійської системи висот, але наповненої сучасним змістом.

З'ясовано, що місцеположення будь-якої точки може бути описано за допомогою координат однозначно тільки тоді, коли референцна система, з якою ці координати зв'язані, буде повністю визначеною.

Ключові слова: *вертикальна референцна система, вихідний пункт нівелювання, Балтійська система висот.*

Постановка проблеми. На сьогоднішній час, у зв'язку з широкомасштабними можливостями космічних технологій у геодезичній галузі та їх практичного використання, стоїть складне завдання вибору, оптимального шляху перебудови чи навіть заміни геодезичного забезпечення. Під перебудовою системи геодезичного забезпечення розуміється створення і функціонування системи забезпечення сучасних вимог науки та економіки до точності і оперативності визначення місцеположення точок фізичної поверхні Землі в єдиній системі координат і висот.

Постановка завдання. Метою статті є необхідність звернути увагу на створення сучасної національної системи висот, яка повинна бути узгодженою чи імплементованою з Європейським стандартом.

Виклад основного матеріалу. Професор Савчук С.Г. в дисертаційній роботі «Основи формування геодезичної референційної системи України» обґрунтував концепцію побудови висотної референційної системи України. Для більш детального ознайомлення з результатами наукових досліджень студентів

та викладачів КНУБА приводимо дослівний зміст відповідного розділу дисертації.

Якщо найкращою основою для безперервного покращення Європейської вертикальної референсної системи EVRS є Світова референсна система висот IVRS, то, відповідно, національна система висот повинна бути узгодженою чи імплементованою з Європейським стандартом. Зважаючи на історичний аспект цього питання, а також на перспективи використання висотної основи у різноманітних галузях країни перевага повинна надаватися, у першу чергу, регіональній (локальній) системі висот. При цьому повинен бути врахований такий основний фактор: ця національна система повинна визначатися через числове зміщення до Європейської чи світової системи висот, а не через прив'язку до певного фізичного місця, навіть найкращим чином визначеного із рівневимірних постів поверхні моря.

Багато країн при оновленні національних висотних систем шукали можливості їх узгодження з Європейським стандартом. І це проходило навіть незалежно від проекту INSPIRE (Інфраструктура для просторової інформації в Європі), оскільки вимагалось тільки формули переходу від національних систем до Європейської системи, а не узгодження.

Проте з часом стало зрозуміло, що без такого узгодження подальшого прогресу від впровадження супутникових технологій очікувати не приходиться. Узгодження висотних систем на даний час може відбуватися двома шляхами: прокладанням нівелірних ходів через кордони країн до сусідніх нівелірних мереж, що входять у мережу UELN (United European Levelling Network – Об'єднана Європейська мережа нівелювання) або обчисленням зміщення висотних референсних систем. У недалекому майбутньому після теперішніх гравітаційних супутникових місій CHAMP, GRACE та GOCE різниці висот в Європі можна бути визначати з комбінацій гравітаційних даних та тривимірних GPS-координат з точністю, яка щонайменше буде відповідати точності нівелювання. Більш того, навіть ті країни, які не мають доступу до моря, зможуть мати прямий доступ до світової системи висот, без прокладання нівелірних ходів до футштока і навіть без прокладання нівелірних ходів через свої кордони. Тому важливо, що EVRS прийнята для INSPIRE, уможливує в цілому об'єднати нівелірні мережі, розвиток яких буде мати місце і матиме перевагу з кожним збільшенням точності нових технологій. Необхідно проводити пошуки для наслідування успіху EVRS, оскільки вона вказувала на принципи успішної реалізації EVRF2000 (European Vertical Reference Frame – Реалізація Європейської вертикальної референсної системи). В той же час принципи EVRS гарантують, що реалізація EVRF2000 є достатньо стійкою для

великої кількості задач. Було б погано, якщо б висотний розвиток в нашій країні взяв інший курс.

Безперечно, якщо при створенні класичної висотної основи просто необхідним був фіксований на земній поверхні вихідний пункт нівелювання, оскільки не існувало інших методів для встановлення системи відліку висот, то виникає запитання: для чого такий пункт – NAP (Амстердамський футшток) у Європейській вертикальній референційній системі і чи потрібен вихідний пункт для нашої висотної системи? Причини використання NAP висувалися в такій послідовності:

- 1) NAP був поки що вихідним для всіх UELN вирівнювань, включаючи, звісно, і EVRF2000;
- 2) деякі європейські країни мають свої національні системи, узгоджені з NAP;
- 3) континентальні Європейські вертикальні датуми на даний час можуть мати практичні переваги в Європі над світовою системою висот.

Все вище приведене безпосередньо стосується і встановлення висотної референційної системи в Україні, але з такими особливостями щодо зазначеного переліку.

По-перше, якщо NAP був фіксованим при вирівнюванні мережі UELN, то цього не можна сказати про вирівнювання нівелірної мережі України, адже такого вирівнювання поки ще не було. При цьому, треба відзначити, що при вирівнюванні не обов'язково, хоча і бажано, фіксувати один з пунктів за вихідний. Мережу можна вирівнювати як вільну систему.

По-друге, оскільки Балтійська система більше 50-ти років використовувалася в Україні, то, очевидно, немає сенсу і жодного розумного заперечення проти подальшого її використання, але наповненого сучасним змістом.

І по-третє, збереження «незмінними» висот є часто важливою умовою в національних системах, через велику роботу по зміні даних, які вже широко використовуються в практичних роботах.

Таким чином, пропозиції розглянуті в [2] щодо розвитку висотної основи України зводяться до наступного. Необхідно в основі зберегти Балтійську систему висот, але вихідний пункт – Кронштадт, чи будь-який інший, не фіксувати при вирівнюванні нівелірної мережі. Результатом вирівнювання і проведених після того обчислень повинен бути реальний потенціал $W_0^{\text{Балт}}$, близький до рівня Балтійського моря. Обчислення такого потенціалу приведе до встановлення національної висотної системи та до її узгодження з системою EVRS чи IVRS. Зазначено в [2] також, що для більш стійкого визначення потенціалу $W_0^{\text{Балт}}$, бажаним є наявність вирівняних геопотенціальних чисел чи

нормальних висот у загальноєвропейській нівелірній мережі UELN. Найпростіший шлях до цього – зв'язати окремими нівелірними ходами чи використати раніше зроблені нівелювання з нівелірними мережами сусідніх з Україною країн, а саме, з Польщею, Угорщиною, Румунією та Словаччиною. Маючи тоді фактично дві висотні системи на території України, можна зробити остаточний вибір, зважаючи при цьому більше на практичну сторону.

В будь-якому випадку в [2] розглянуто ще і таке питання, як зміни у висотах, що очікуються при переході від існуючої висотної системи до її нової версії. Навіть якщо припустити, що Балтійська система висот збережеться як основна система, то і в цьому випадку всі висоти (за виключенням мабуть вихідної точки), зміняться. Це буде відбуватися, тому що при вирівнюванні будуть включені нові лінії нівелювання, а також, тому що при вирівнюванні будуть включені нові дані нівелювання, а також, тому що для віднесення висот на певну епоху, бажаним буде виключення з них поправок за вертикальні рухи. За оцінками в [2] зміни, порівняно з версією «Балтійська 1977», будуть складати до 0,1 метра. В наступній реалізації національної висотної системи висоти зміняться ще раз, навіть, якщо нічого не зміниться в попередніх зауваженнях. Це відбувається тому що з часом (5-10 років) буде накопичено достатньо даних, в першу чергу з перманентних GPS-станцій, для створення високоякісної моделі швидкостей на всю Європу, включаючи і Україну. Різниці висот будуть порядку кількох сантиметрів. Ці оцінки проведено без врахування зміни потенціалу W_0 світової висотної системи. Якщо ж і значення потенціалу зміниться, а це станеться неодмінно за рахунок отримання нових даних, то тим самим буде означати додаванням зміщення $(W_0 - W_0^{\text{Балт}})/g$ до всіх (нормальних) висот.

Висновок. Використовуючи досвід побудови Європейської вертикальної референцної системи сформульовані і досить обґрунтовані напрями і умови розвитку висотної основи України. Все це дає можливість покращити точнісні характеристики визначення висот, що є головною вимогою при виконанні геодезичних і топографічних робіт з використанням сучасних технологій.

Список літератури

1. Гофман – Велленгоф Б., Мориц Г. «Физическая геодезия». – М.: Изд-во МНИГАиК, 2007. – 426 с.
2. Савчук С.Г. Основи формування геодезичної референцної системи України. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2005.

3. Ihde, J., Adam J., Gurtner W., Harsson B.G., Schlüter W., Wöppelmann G. The Height Solution of the European Vertical Reference Network (EUVN) // Veröffentlichungen der Bayerischen Kommission für die Internationale Erdmessung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Astronomisch – Geodatische Arbeiten, München, Heft Nr- 61 (IAG / EUREF Publication No.9, Ed. By J.A. Torres and H. Hornic), 2000, 132-145.

АННОТАЦИЯ

Отмечено, что национальная система высот должна быть согласованной с европейскими стандартами. Европейская вертикальная референцная система EVRS (European Vertical Reference System) согласована с мировой референцной системой высот IVRS (International Vertical Reference System).

Рассмотрены условия введения национальной системы высот.

Сделан акцент на дальнейшем использовании Балтийской системы высот, но наполненной современным содержанием.

Выяснено, что местоположение любой точки может быть описано с помощью координат однозначно только тогда, когда референцная система, с которой эти координаты связаны, будет полностью определена.

Ключевые слова: вертикальная референцная система, исходный пункт нивелирования, Балтийская система высот.

ANNOTATION

It is noted that the national system of heights should be consistent with European standards. European vertical reference system EVRS (European Vertical Reference System) consistent with the global system reverence heights IVRS (International Vertical Reference System).

The conditions of establishing a national system of heights.

The accent is made on the future use of the Baltic system of heights, but full of modern sense.

It was found that the location of any point can be described using coordinates clearly only when reference system with which these coordinates bound to be fully defined.

Key words: vertical reference system, the starting point leveling, Baltic system heights.