

УДК 528.36.23

к.т.н. Кучер О.В.,
Науково-дослідний інститут геодезії і картографії, м.Київ,
к.т.н., професор Староверов В.С., Кошелюк Н.І.,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ВИСОТ ПРИ ПОБУДОВІ ВЕРТИКАЛЬНОЇ РЕФЕРЕНЦНОЇ СИСТЕМИ ВІДЛІКУ УКРАЇНИ

Розглянуті основні вимоги до вибору систем висот. Відмічено, що дані геометричного нівелювання використовуються, перш за все, для визначення взаємного положення фізичної поверхні Землі та рівневої поверхні реального поля сили ваги. Визначено, що однозначне значення висоти можливо отримати при використанні геопотенціальної системи висот.

Ключові слова: геометричне нівелювання, відлікові поверхні, геопотенціальні висоти, вертикальна референцна система.

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 визначення етапів побудови референцної вертикальної системи і розробка рекомендацій по створенню сучасної висотної референцної системи для території України.

Виклад основного матеріалу.

Сформулюємо добре відомі основні вимоги до вибору системи висот, що були встановлені при використанні тільки методу геометричного нівелювання.

1. Висоти пунктів повинні бути однозначно незалежними від шляху нівелювання.

2. Висоти повинні визначатись лише за даними вимірів на фізичній поверхні Землі без залучення будь-яких гіпотетичних даних про її внутрішню будову.

3. Поправки у виміряні перевищення за перехід до прийнятої системи висот повинні бути досить малими, щоб ними можна було знехтувати при обробці нівелювання нижчих класів.

4. Прийнятій системі висот повинен відповідати досить строгий та зручний метод визначення геоїдальної частини геодезичної висоти H^G .

5. Висоти точок, які розташовані на одній рівневій поверхні, по можливості повинні бути однаковими.

Всі ці умови задовольняють так звані геопотенціальні висоти, які визначаються через різницю потенціалів дійсної сили ваги ($W_o - W_A$), де W_o – потенціал дійсної сили ваги на рівневій поверхні, що проходить через точку, яка прийнята за початок відліку висот; W_A – потенціал дійсної сили ваги на рівневій поверхні, що проходить через визначувальну точку. Загальна формула геопотенціальної висоти має вигляд [1]:

$$H = \frac{W_o - W_A}{\bar{g}} = \frac{\int_o^A g dh}{\bar{g}}, \quad (1)$$

де \bar{g} – середнє значення дійсної сили ваги.

Геопотенціальні висоти підрозділяють на наближені, ортометричні, нормальні, динамічні.

Наближена висота визначається у тому випадку, коли уздовж лінії нівелювання не виконувались роботи з визначення дійсної сили ваги. В цьому випадку наближена висота обчислюється за характеристиками нормального гравітаційного поля:

$$H_A^{\text{набл}} = \frac{U_o - U_A}{\gamma_m^A} = \frac{\int_o^A \gamma dh}{\gamma_m^A}, \quad (2)$$

де U_o – потенціал нормального гравітаційного поля на поверхні Нормальної Землі;

U_A – потенціал нормального гравітаційного поля на рівневій поверхні нормального потенціалу, яка проходить через визначувану точку.

γ_m^A – середнє значення нормальної сили ваги у визначувальній точці.

Ортометрична висота визначається як:

$$H_A^g = \frac{W_o - W_A}{g_m^A} = \frac{\int_o^A g dh}{g_m^A}, \quad (3)$$

де g_m^A – середнє значення дійсної сили ваги у визначуваній точці. В системі ортометричних висот, за відлікову поверхню приймають рівневу поверхню геоїда.

Нормальна висота визначається як:

$$H_A^y = \frac{W_o - W_A}{\gamma_m^A} = \frac{\int_o^A g dh}{\gamma_m^A}, \quad (4)$$

де γ_m^A – середнє значення нормальної сили ваги у визначувальній точці.

Вищенаведені вимоги можуть бути виконані у разі використання геопотенціальних висот. Наприклад, перша вимога задовольняється використанням геопотенціальних висот (1). Друга вимога задовольняється використанням нормальних висот. Третя вимога задовольняється вибором відповідної протяжності нівелірного ходу. Четверта вимога задовольняється використанням астрономічного або астрономо-гравіметричного нівелювання. П'ята вимога задовольняється використанням динамічних висот.

Не можна забувати, що, незважаючи на розвиток ГНСС- технологій, дані геометричного нівелювання використовуються, перш за все, для розв'язку фізичної задачі – визначення взаємного положення фізичної поверхні Землі та рівневої поверхні реального поля сили ваги. Саме це і необхідно при будь-яких інженерно-геодезичних вишукуваннях, для побудови гідротехнічних споруд, доріг тощо.

Таким чином, пошук найкращої системи висот у розумінні її практичної реалізації та широкого використання полягає у своєрідному узгодженні між різними вимогами до неї. Наприклад, еліпсоїд обертання та пов'язана з ним геодезична система координат не вимагає для проведення обчислень необхідності знання реального поля сили ваги. Саме тому М.С. Молоденським і була запропонована система нормальних висот, яка будується в полі нормального еліпсоїда, яка повністю задовольняє зазначені вище вимоги, і яка може бути використана для побудови Української вертикальної референцної системи (УВРС).

Професор С.Г. Савчук в докторській дисертації «Основи формування геодезичної референцної системи України» відмічає, що побудова референцної вертикальної системи повинна складатися з наступних етапів:

1. визначення вертикальної системи;
2. реалізація вертикальної системи;
3. підтримка та розвиток вертикальної системи.

Таким чином Українська вертикальна система висот може визначатися наступними умовами [2]:

- вертикальні дати повинні відповідати нульовому рівню, для якого потенціал гравітаційного поля Землі дорівнює нормальному потенціалу референц-еліпсоїда U_o ($W_o = U_o$);

- висотні компоненти повинні бути різницями ΔW_p між потенціалами W_p сили ваги та потенціалом точки P відносно нульового рівня потенціалу УВРС W_o . Різниця потенціалу ΔW_p також визначається як геопотенціальне число C_p . $\Delta W_p = W_o - W_p = C_p$;

- УВРС є системою нульового припливу (zero tide system), що більше відповідає реальній формі Землі за рахунок введення непрямого припливного ефекту згідно рішення Міжнародної асоціації геодезії (IAG).

У референційній висотній системі, що пов'язана з реальним гравітаційним полем Землі висоти відраховують від рівневої поверхні і в такому випадку вони набувають фізичного змісту. Відомо, щоб реалізувати загальну схему визначення нормальних висот та по можливості забезпечити її незмінність необхідно:

- вибрати єдиний для всієї мережі вихідний пункт відліку висот;
- встановити його висоту над початковою поверхнею відліку висот;
- забезпечити моніторинг можливих локальних змін його місцеположення.

Отже, для того, щоб реалізувати УВРС необхідною умовою є задання значення нормального потенціалу U_o у нуль-пункті відліку висот, встановлення зв'язку з пунктами нівелірної мережі та забезпечення незмінності цього процесу.

ВИСНОВКИ

З вищевказаного випливає необхідність вибору оптимального шляху перебудови геодезичного забезпечення, яке б дозволяло з необхідною точністю визначити місцеположення точок фізичної поверхні Землі. Розглянуті етапи створення сучасної висотної референційної системи дають можливість однозначного визначення третьої координати – висоти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пеллинен Л.П. Высшая геодезия. / Л.П. Пеллинен – М.: Недра, 1978. – 264 с.
2. Савчук С.Г. Основи формування геодезичної референційної системи України: дисертація д-ра техн. наук / С.Г. Савчук. – Львів, 2005. – 260 с.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены основные требования при выборе системы высот. Отмечается, что данные геометрического нивелирования используются, прежде всего, для определения взаимного положения физической поверхности Земли и уровенной поверхности действительного поля силы тяжести. Определено, что однозначное значение высоты можно получить при использовании геопотенциальной системы висот.

Ключевые слова: геометрическое нивелирование, отсчетные поверхности, геопотенциальные высоты, вертикальная референцная система.

ANNOTATION

The basic requirements were reviewed by choosing an elevation system. It is noted that data of geometric levelling are used primarily to determine the relative position of the physical surface of the Earth and the surface level of the actual gravity field. It was determined that the unequivocal value of elevation can be got by using geopotential elevation system.

Keywords: geometric levelling, reference surfaces, geopotential elevations, a vertical reference system.