

матеріалів про усі раніше виконані геодезичні роботи на території об'єкту дослідження, вивчення району робіт з карт і інших джерел. Проект геодезичних мереж згущення необхідно розробляти на картах масштабів 1:25 000 або 1:10 000. Однак для навчальних цілей не завжди можна отримати карти зазначеного масштабу на територію, що розглядається для проєктування.

Студенти можуть отримати матеріали космічного знімання на територію об'єкту дослідження, наприклад, з геопорталу Google Earth. Далі необхідно транспортувати зображення в AutoCAD (або в Digitals), знайти місцезоположення вихідних пунктів державної геодезичної мережі (ДГМ). Інформація про вихідні пункти ДГМ України розміщується на Internet-сайті: dgm.gki.com.ua, а інформація про кадастровий поділ території України - на Internet-сайті публічної кадастрової карти України: map.land.gov.ua. Всі наступні кроки проєктування здійснюються за використанням графічних вимірів в програмі, що використовують студенти – AutoCAD, Digitals.

Студенти можуть проєктувати мережі згущення різними способами, досягаючи необхідної щільності геодезичних пунктів на території об'єкту дослідження.

Запроєктовані на карті геодезичні мережі підлягають попередній оцінці, метою якої є встановити, з якою точністю можна отримати основні параметри мережі (координати пунктів, довжини та дирекційні кути сторін тощо).

Література

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. *ГКНГА-2.04-02-98*. – К.: 1999. – 156 с.
2. Створення та реконструкція міських геодезичних мереж в УСК2000. Київ, Укргеодезкартографія, 2007.
3. Електронний ресурс: <http://www.geosystema.net/digitals>.

СИСТЕМИ ВИСОТ

*Юрковський Р.Г., к.т.н., професор,
Одеська державна академія будівництва та архітектури*

Висота точки земної поверхні – це її вертикальна координата відносно вихідної відлікової поверхні. Висоти визначають рельєф місцевості на топографічних планах і картах, їх значення необхідні при вишукуванні, проектуванні, будівництві і експлуатації усіх видів споруд, благоустрої території, при переході на поверхню референс-еліпсоїда для виконання строгої математичної обробки геодезичних вимірювань.

Точне визначення висот здійснюється методом геометричного нівелювання, яке виконується горизонтальним променем візування за допомогою рівня, що фіксує дотичну до рівневої поверхні, тобто прямої лінії у точці стояння нівеліра.

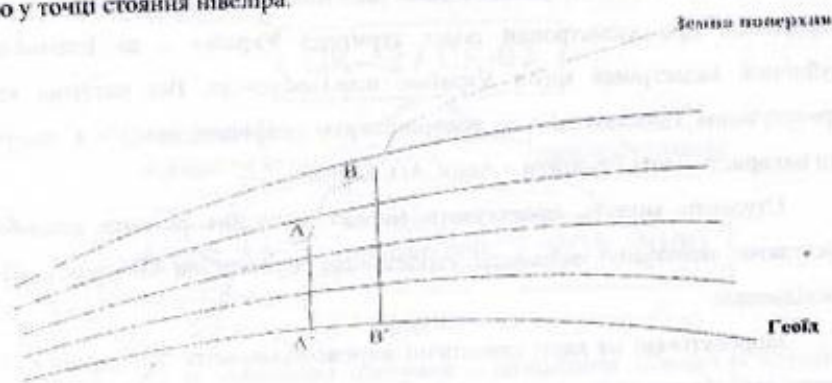


РИС. 1.

З рис. 1. видно, що через непаралельність рівневих поверхонь значення висоти залежить від шляху нівелювання. Рівневі поверхні не можуть дотикатися одна одній і перетинатись між собою. До полюсів рівневі поверхні зближуються, а в напрямі екватора віддаляються одна від одної.

За вихідну для відліку висот була прийнята рівнева поверхня, яка збігається з незбуреним рівнем Світового океану і продовжується під континентами, причому прямовисні лінії всюди перпендикулярні до неї. Ця поверхня, як наступна після земного еліпсоїда, наближення до дійсної форми Землі, була у 1837 році запропонована німецьким геодезистом Лістингом з назвою **геоїд** (від грец. земля – вигляд). Поверхня геоїда має складну і

неправильну форму. Це пов'язане, як з рельєфом місцевості, так і з нерівномірним розподілом земних порід різної щільності. Відхилення геоїда від земного еліпсоїда коливається від +75м до -100м. Різниця рівнів морів, які сполучаються з океаном, незначні. Так, рівень Чорного моря нижче Балтійського на 0,35 м, рівень Балтійського моря вище Тихого океану на 1,873м, рівень Тихого океану вище Атлантичного на 0,206 м. Абсолютні позначки в кожній державі визначаються від одного вихідного горизонту.

На території України, як і в інших пострадянських державах, абсолютні висоти з 1926 року визначаються відносно нуля Кронштадтського футштока [1]. За спостереженнями з 1841 року по 1929 рік середній рівень моря в Кронштадті знизився на 12 мм.

Європейські країни користуються різними системами висот, що базуються на рівномірних постах в Амстердамі, Марселі, Трієсті та інших.

Абсолютні висоти, які визначаються геометричним нівелюванням відносно геоїда, називаються ортометричними. Та на жаль, фігуру геоїда неможливо визначити строго і точно без знання розподілу мас різної щільності у середині Землі. Тобто треба задаватись тією чи іншою моделлю розподілу у тілі Землі. Тому від ортометричних висот прийшлося відмовитись.

У 1951 році радянський учений М.С. Молоденський за вихідну для відліку висот запропонував допоміжну віртуальну поверхню – **квазігеоїд**. Квазігеоїд збігається з геоїдом на океанах та морях і незначно: від 1м на рівнині до 2 м в горах – відступає від геоїда. Поверхня квазігеоїда теж грає роль рівня моря. Прийняття поверхні «рівня моря» за відлікову має практичне значення як горизонтальної поверхні для зображення рельєфу на топографічних планах, так і у численнях проектних розрахунках на ділянках площею до 20*20 км².

Поверхня квазігеоїда визначається строго і однозначно.

Згідно з теорією М.С. Молоденського **геодезична висота Н** (рис. 2) складається з **нормальної висоти Н^н** – відстані по нормалі від точки фізичної поверхні Землі до квазігеоїда і **аномалії висоти ζ** – висоти квазігеоїда по нормалі над поверхнею референс-еліпсоїда.

$$H = H' + \zeta \quad (1)$$

Кожна складова може бути однозначно і строго визначена лише за вимірюванням на фізичній поверхні Землі.

Тобто геодезична висота H – це висота точки фізичної поверхні землі над референс-еліпсоїдом.

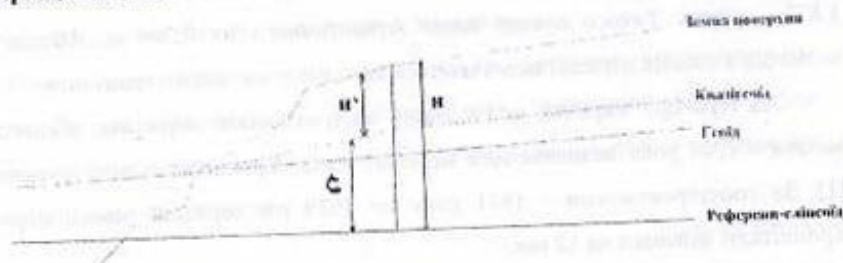


РИС 2.

Згідно запроваджені Державної геодезичної референційної системи координат УСК - 2000 «нормальні висоти геодезичних пунктів (на перехідний період до введення національної системи висот) визначаються в Балтійській системі висот 1977 року (БСВ -77), вихідним початком якої є нуль Кронштадтського фунітоку, а висоти квазігеїда обчислюються над референс-еліпсоїдом Красовського» [2]. Ці виміряні нівеліром, нормальні висоти заносяться в каталог висот.

Аномалії висот визначають астрономо-гравіметричним нівелюванням через відхилення прямовисних ліній або через аномалії прискорення сили ваги. Висоти квазігеїди дорівнюють аномаліям висот і бувають додатні, коли поверхня квазігеїда вище референс-еліпсоїда, або від'ємні, коли нижча.

На поверхні океанів геодезичні висоти H дорівнюють аномаліям висоти $H = \zeta$, тобто на поверхні океанів квазігеїд і геоїд збігаються, а аномалії висот понижують висоту геоїда чи квазігеїда над поверхнею референс-еліпсоїда.

Таким чином, для математичної обробки геодезичних даних на поверхні референс-еліпсоїда обчислюємо геодезичну висоту, як суму нормальної висоти і аномалії висоти (1). А при прийнятих розрахунках та зображенні на планах і

картах топографічного рельєфу використовуються нормальні висоти, виміряні нівеліром.

Останні десятиліття здійснюється перехід до системи нормальних висот для Європи. Частково реалізовані європейські програми по створенню єдиної системи висот EVRF-2000. Відлік в них починається від нормального амстердамського знака (NAP). Різниця з висотами БСВ -77 – до 30 см.

Запровадження єдиної системи висот з використання результатів GPS/ГЛОНАСС вимірювань вимагає створення єдиної моделі квазігеїда. Така робота проводиться. Поки ж при геодезичному висотному моніторингу будівництва і експлуатації споруд, в тому числі створенні висотних мереж, рекомендується висотне забезпечення виконувати геометричним нівелюванням.

Але нормальні висоти на одній і тій же рівневій поверхні змінюються в залежності від широти за законом зміни нормального значення сили тяжіння з широтою. Цей недолік, який є значною перешкодою при вирішенні задач гідротехнічного характеру, усувається введенням динамічних висот H_d , в яких висоти всіх точок однієї рівневої поверхні постійні і не залежать шляху нівелювання. В динамічних висотах замість змінної нормальної сили тяжіння приймають сталі значення нормальної сили тяжіння на широті 45° , або середнє для району гідротехнічного будівництва.

Література

1. Основні положення створення Державної мережі. Затвердженні Постановою Кабінету міністрів України від 08.06.1998 №844. Законодавчі та нормативні акти. Ч.1. Вінниця: Атекс, 2000.- с.408.
2. Створення та реконструкція міських геодезичних мереж в УС;-2000. Інструкція. К. Укргеокартографія. 2007.
3. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова ДСТУ-Н Б В.1.3 - 1 : 2009. Видання офіційне. Київ. Міненергобуд України. 2000.
4. Геодезичні роботи в будівництві ДБН В.1.3 - 2 : 2010, Київ. Міненергобуд України. 2010.