

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
“НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ”**



В.А. Рябчій, В.В. Рябчій, М.В. Трезуб

**МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ
ДО СКЛАДАННЯ ІСПИТУ З ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ
СЕРТИФІКОВАНИХ ІНЖЕНЕРІВ-ГЕОДЕЗИСТІВ**

Довідковий посібник

Дніпро
НГУ
2017

УДК 528

ББК 26.1:65.32-5+67.407+65.240 я73

Р 98

*Рекомендовано вченою радою університету як довідковий посібник
(протокол № 7 від 18.04.2017).*

Рябчій В.А.

Р 98 Матеріали для підготовки до складання іспиту з підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів : довідковий посіб. / В.А. Рябчій, В.В. Рябчій, М.В. Трегуб ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Дніпро : НГУ, 2017. – 141 с.

ISBN 978-966-350-643-2

Розглянуто питання щодо виконання основних видів геодезичних, топографічних, картографічних і фотограмметричних робіт, наведено перелік основних нормативно-правових актів України та навчальної літератури для підготовки до складання іспиту з підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів. Містяться короткі відповіді з урахуванням чинного законодавства України і навчальної літератури.

Матеріали є складовою частиною курсу підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів і спрямовані на покращення засвоєння інформації під час проходження даного курсу.

УДК 528

ББК 26.1:65.32-5+67.407+65.240 я73

ISBN 978-966-350-643-2

© В.А. Рябчій, В.В. Рябчій,
М.В. Трегуб, 2017

© Державний ВНЗ
“Національний гірничий
університет”, 2017

ЗМІСТ

| | С. |
|--|-----|
| Загальні відомості про курси підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів | 4 |
| Зміст курсу підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів | 6 |
| Вимоги до підсумкового контролю знань | 11 |
| Поширені питання підсумкового контролю знань і відповіді на них | 12 |
| Перелік основних посилань | 136 |

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КУРСИ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ СЕРТИФІКОВАНИХ ІНЖЕНЕРІВ-ГЕОДЕЗИСТІВ

Підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів здійснюється у Державному вищому навчальному закладі «Національний гірничий університет» на підставі договору з Держгеокадастром України на базі Міжгалузевого інституту безперервної освіти і кафедри геодезії. Навчання ведеться за погодженою з Держгеокадастром програмою підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів.

Згідно зі статтю 5-1 закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» сертифіковані інженери-геодезисти зобов'язані не рідше одного разу на чотири роки підвищувати кваліфікацію за програмою підвищення кваліфікації.

Мета курсу підвищення кваліфікації – удосконалення та поглиблення слухачами (інженерами-геодезистами), своїх знань, умінь і навичок за спеціальністю відповідно до вимог практичних завдань виробництва. Слухачам надаються можливості підвищити свій професійно-кваліфікаційний рівень та компетентність у виконанні топографо-геодезичних та картографічних робіт, спрямованих на вирішення завдань в різних галузях економіки та господарства країни, через ознайомлення з новітніми технологіями геодезичних вимірювань і опрацювання геоданих з використанням програмних продуктів вітчизняних та світових виробників геодезичного обладнання і програмного забезпечення.

Завдання курсу підвищення кваліфікації – дати слухачам знання, що дозволять їм якісніше і продуктивніше виконувати свої професійні обов'язки, розширити межі компетенції, а також створити можливості для оволодіння новими технологіями топографо-геодезичного та картографічного виробництва в напрямках:

- ведення і наповнення геоданими державного земельного кадастру;
- топографо-геодезичного та картографічного забезпечення автоматизованих систем управління територіями;
- геодезичного моніторингу геологічного середовища урбанізованих територій та техногенних явищ;
- застосування ГІС технологій та даних дистанційного зондування Землі в геоінформаційних проектах;

- геодезичного забезпечення промислового та цивільного будівництва, моніторингу деформацій інженерних споруд;

- використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) і методів космічної фотограмметрії при розв'язанні задач топографії, картографії, землеустрою, моніторингу екологічного забруднення та техногенної безпеки;

- застосування новітніх технологій та методів цифрового картографування, побудова ортофотопланів та тематичних карт.

Програма підвищення кваліфікації інженера-геодезиста передбачає навчання для здобуття додаткових знань і умінь у сфері використання новітніх досягнень геодезії в природокористуванні, землеустрої, цивільному та промислового будівництві, дорожньому транспорті, забезпечені інфраструктури комунального господарства, магістральних трубопроводів і ЛЕП, об'єктів енергетичної галузі тощо.

ЗМІСТ КУРСУ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ СЕРТИФІКОВАНИХ ІНЖЕНЕРІВ-ГЕОДЕЗИСТІВ

Модуль 1. Нормативно-правове забезпечення топографо-геодезичної та картографічної діяльності

Основні положення законодавства про топографо-геодезичну і картографічну діяльність. Топографо-геодезичні і картографічні роботи загальнодержавного та спеціального призначення. Нормативно-правові акти в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності. Метрологічне забезпечення топографо-геодезичної і картографічної діяльності. Порядок здійснення державного геодезичного нагляду. Основні види контролю, які застосовують для визначення якості топографо-геодезичних і картографічних робіт. Забезпечення техніки безпеки при виконанні топографо-геодезичних робіт. Авторське право в картографії.

Модуль 2. Методи створення, розвитку та вдосконалення опорних геодезичних мереж

Загальні відомості про сучасні референцні системи координат. Державна геодезична мережа (ДГМ) – призначення, необхідна точність побудови і щільність пунктів. Державна геодезична референцна система координат УСК-2000. Системи координат (СК-42, СК-63). Перетворення та трансформування систем координат. Методи побудови прецизійної державної геодезичної мережі з використанням систем глобальних супутникових навігаційних систем. Мережі згущення геодезичної основи та методи їх побудови. Принципи побудови і функціонування глобальних навігаційно-геодезичних систем ГЛОНАСС і GPS і відповідної наземної апаратури (супутникових приймачів). Основні типи супутникових приймачів. Виміри псевдовідстаней. Фазові виміри. Абсолютний, відносний і диференціальний методи визначення координат пунктів. Визначення координат точок методом «віртуальної референцної точки». Виконання спостережень в режимі «статика», «швидка статика», псевдокінематика «стій/іди» і реального часу (RTK). Принципи встановлення систем висот. Державна нівелірна мережа, призначення і необхідна точність. Технологія геометричного та тригонометричного нівелювання. Визначення для одних і тих же реперів нормальних висот

методом геометричного нівелювання і геодезичних висот відносним методом з використанням глобальної навігаційної супутникової системи. Концепція та реалізація Європейської вертикальної референцної системи. Визначення параметрів висотної системи на основі сучасних ГНСС технологій та моделей квазігеоїда. Використання геодезичних даних для вирішення геодинамічних задач. Використання в геодезії плоских систем координат. Система плоских прямокутних координат проекції Гаусса-Крюгера. Алгоритми перетворення геодезичних координат в координати Гаусса-Крюгера, зворотне перетворення.

Модуль 3. Сучасні геодезичні прилади та їх використання

Прилади для лінійних і кутових вимірювань. Оптичні теодоліти і нівеліри. Цифрові (електронні) теодоліти і тахеометри, роботизовані геодезичні прилади. Цифрові і лазерні нівеліри. Гідростатичні нівеліри. Сучасні імпульсні і фазові віддалеміри. Наземні сканери. Супутникові системи навігації і прилади для високоточних супутникових вимірювань. Прилади для геодезичного контролю вертикальності споруд. Лазерні прилади для автоматизації геодезичного контролю в інженерно-геодезичних задачах. Підземне і підводне знімання за допомогою сучасних приладів. Метрологічний контроль приладів.

Модуль 4. Методи математичного опрацювання геодезичних вимірювань

Основні поняття теорії похибок вимірювань. Випадкові і систематичні похибки вимірювань. Нормальний закон розподілу. Відносна похибка. Гранична похибка. Рівноточні і нерівноточні вимірювання. Вага функції вимірюваних величин. Функції вимірюваних величин та їх оцінка точності. Методи дисперсійного і кореляційного аналізу. Принцип найменших квадратів. Поняття про робастні методи вирівнювання. Програмне забезпечення математичного опрацювання геодезичних вимірювань. Вирівнювання планових і висотних мереж. Опрацювання GNSS спостережень. Алгоритми вирівнювання лінійно-кутових, супутникових і комбінованих мереж. Методи аналізу деформацій земної поверхні та інженерних споруд.

Модуль 5. Технології великомасштабного топографічного та кадастрового знімання

Види великомасштабних топографічних і кадастрових карт: традиційні карти і плани, векторні електронні карти, растрові карти, ортофотоплани, 3D карти. Точностні та якісні характеристики топографічних та кадастрових карт і планів. Обґрунтування точності та масштабу знімання. Геодезична основа топографічних та кадастрових знімань масштабів 1:10000 – 1:500. Технологічні схеми великомасштабного топографічного знімання наземними методами. Автоматизовані технології польових та камеральних робіт. Топографічне знімання селищних, міських, промислових, транспортних територій. Землепорядне та кадастрове знімання міст, селищ, земель сільськогосподарського та іншого цільового призначення. Використання аерокосмічної інформації для топографічного та кадастрового знімання територій. Прилади і методи автоматизації наземного знімання. Інформаційні технології виготовлення та представлення результатів знімання. Цифрові моделі місцевості. Сучасне програмне забезпечення автоматизації побудови карт та планів.

Модуль 6. Фотограмметрія та дистанційне зондування

Сучасні аерокосмічні знімальні системи. Загальна характеристика, типи та класифікація знімальних систем. Обґрунтування доцільності застосування різних знімальних систем. Основи просторового моделювання. Теоретичні основи наземного цифрового стереофотограмметричного знімання та лазерного 3D-сканування. Сканери для виконання аерознімальних робіт. Технологічні дослідження просторових об'єктів засобами цифрової фотограмметрії. Визначення кількісних параметрів інженерних об'єктів; визначення об'єктів гірничих мас на кар'єрах, поверхневих об'ємів льодовиків та карстових явищ. Використання даних ДЗЗ для розв'язання прикладних задач. Принципи обробки аерокосмовізуальної інформації в системах ГІС. Обґрунтування вибору знімальної апаратури для розв'язання задач пов'язаних з отриманням інформації для управління природними ресурсами та територіями. Аналіз сучасних систем дистанційного зондування Землі. Розвиток інструментальних ГІС, програмних модулів для обробки даних дистанційного зондування. Приклади практичного застосування

зображень при створенні цифрових картографічних продуктів. Технологія побудови мереж фототриангуляції з використанням аерокосмічних цифрових зображень. Використання радарних методів при картографуванні територій та при вирішенні моніторингових задач. Методика створення цифрових моделей місцевості (ЦММ) та цифрових моделей рельєфу (ЦМР) за аерокосмічними зображеннями. Визначення морфометричних показників поверхні на основі ЦММ і ЦМР та їх використання для розв'язання інженерних задач.

Модуль 7. Картографія та її використання

Системи координат, які використовуються в математичній картографії. Картографічні проєкції, їх визначення. Картографічне зображення та генералізація. Технології та методи автоматизації картографічних робіт. Векторизація картографічного зображення. Растрові, векторні і растрово-векторні системи введення зображення. Створення топографічних карт за допомогою комп'ютерних технологій. Ортофотоплани, їх точність та використання в кадастрових роботах. Створення тематичних карт в різних галузях господарювання. Складання карт природного середовища за космічними зображеннями. Прогнозування розвитку явищ та процесів за допомогою карт. Картографічні методи збору інформації. Прийоми аналізу картографічної інформації. Кадастрове картографування.

Модуль 8. Інженерно-геодезичні роботи

Основні види інженерно-геодезичних робіт. Інженерно-геодезичні вишукування для лінійного та площинного будівництва. Геодезичні роботи при будівництві та реконструкції транспортних і гідротехнічних споруд. Геодезичні роботи при будівництві та експлуатації підземних комунікацій. Винесення проєктів земельних ділянок та інженерних об'єктів на місцевість. Елементи і способи розмічувальних робіт. Норми і принципи розрахунку точності розмічувальних робіт. Перенесення осей і висот на монтажні горизонти. Встановлення конструкцій за висотою. Геодезичні методи знімання забудованих територій. Виконавче знімання. Геодезичне забезпечення будівництва міст. Міські геодезичні мережі, їх точність. особливості застосування в будівництві сучасних засобів

геодезичних вимірювань. Особливі методи вимірювань в умовах обмежених і завантажених будівельних майданчиків.

Модуль 9. Геоінформаційні системи, бази і банки геопросторових даних

Типи геоінформаційних продуктів на основі технологій ESRI, MapInfo, GeoMedia. Засоби для організації даних, просторового моделювання та аналізу в пакеті програм ArcGIS. Розвиток відкритих інструментальних геоінформаційних систем. Інтеграція даних САПР та ГІС: теоретичні та практичні аспекти. Моделі топографічних поверхонь SRTM, DLR, ASTER gDEM. Особливості отримання геоданих в ресурсних центрах Інтернет. Застосування глобальних моделей даних в геоінформаційних проектах.

ВИМОГИ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Підсумковим контролем знань слухачів курсу підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів є іспит – процедура, під час проведення якої підтверджуються професійна компетентність інженера-геодезиста, його рівень кваліфікації і знань як виконавця геодезичних робіт.

Для проведення підсумкового контролю знань – іспиту залучаються не менше трьох представників Кваліфікаційної комісії зі складу представників вищих навчальних закладів, саморегулювальної організації у сфері землеустрою – Всеукраїнської громадської організації «Всеукраїнська спілка сертифікованих інженерів-землевпорядників» та Держгеокадастру (за згодою).

Іспит проводиться у два етапи: тестування та співбесіда. До тестових завдань включено 50 питань за тематикою програми підвищення кваліфікації із чотирма варіантами відповіді на кожне, один з яких є правильним. Тестові завдання готуються не менш ніж у трьох варіантах. Підготовку та проведення тестових завдань забезпечує навчальний заклад.

Після закінчення тестування проводиться усна частина іспиту – співбесіда.

Слухач курсу підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів допускається до співбесіди у разі, якщо кількість обраних ним правильних відповідей становить не менше ніж 60%. Особа, кількість обраних правильних відповідей якою не досягає 60%, не допускається до співбесіди та вважається такою, що не склала іспит.

Слухач курсу підвищення кваліфікації сертифікованих інженерів-геодезистів вважається таким, що успішно підвищив кваліфікацію і має право на видачу свідоцтва про підвищення кваліфікації, якщо кількість обраних ним правильних відповідей становить не менше ніж 60% та за умови проходження співбесіди.

За результатами підсумкового контролю знань (тестування та співбесіди) складається протокол, який надсилається навчальним закладом до Кваліфікаційної комісії для прийняття рішення про видачу свідоцтва про підвищення кваліфікації.

ПОШИРЕНІ ПИТАННЯ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ І ВІДПОВІДІ НА НИХ

1. Що відноситься до завдань законодавства про топографо-геодезичну і картографічну діяльність?

Згідно зі статтею 3 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» завданням законодавства про топографо-геодезичну і картографічну діяльність є регулювання відносин у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності для забезпечення потреб держави і громадян результатами топографо-геодезичної і картографічної діяльності.

2. Що входить до переліку об'єктів топографо-геодезичної і картографічної діяльності?

Згідно зі статтею 4 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» об'єктами топографо-геодезичної і картографічної діяльності є:

- територія України, в тому числі водні об'єкти, міста та інші населені пункти, системи промислових, гідротехнічних та інших інженерних споруд і комунікацій, континентальний шельф і виключна (морська) економічна зона України;

- територія земної кулі, включаючи Антарктиду, Світовий океан, космічний простір, небесні тіла.

3. Хто відноситься до суб'єктів топографо-геодезичної і картографічної діяльності?

Згідно зі статтею 5 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» суб'єктами топографо-геодезичної і картографічної діяльності є:

- Кабінет Міністрів України;

- центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у галузі топографо-геодезичної і картографічної діяльності, центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у галузі топографо-геодезичної і картографічної діяльності;

- Міністерство оборони України та його спеціальні підрозділи;

- інші центральні та місцеві органи виконавчої влади;

- юридичні та фізичні особи, які володіють необхідним технічним та технологічним забезпеченням та у складі яких за основним місцем роботи є сертифікований інженер-геодезист, що є відповідальним за якість результатів топографо-геодезичних і картографічних робіт.

4. Строк дії кваліфікаційного сертифіката інженера-геодезиста.

Згідно зі статтею 5-1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» строк дії кваліфікаційного сертифіката інженера-геодезиста не обмежений у часі. Невиконання вимоги, зазначеної у частині сьомій цієї статті, є підставою для зупинення дії сертифіката на період до одержання свідоцтва про підвищення кваліфікації.

5. Хто і за що має право анулювати кваліфікаційний сертифікат інженера-геодезиста?

Згідно зі статтею 5-1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» кваліфікаційний сертифікат інженера-геодезиста анулюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин:

- а) за добровільним зверненням цього сертифікованого інженера-геодезиста;
- б) у разі набрання законної сили рішенням суду про обмеження дієздатності особи (сертифікованого інженера-геодезиста), визнання її недієздатною, безвісно відсутньою;
- в) за поданням Кваліфікаційної комісії у разі встановлення факту порушення інженером-геодезистом законодавства у сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності;
- г) на підставі свідоцтва про смерть.

Згідно з Порядком роботи Кваліфікаційної комісії, видачі та анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-землевпорядника та інженера-геодезиста, затвердженим наказом Міністерство аграрної політики та продовольства України від 28.11.2012 № 739, кваліфікаційний сертифікат інженера-геодезиста анулюється Держгеокадастром шляхом відкликання його у таких випадках:

- за зверненням сертифікованого інженера-геодезиста;

- у разі набрання законної сили рішенням суду про обмеження дієздатності особи, яка є сертифікованим інженером-геодезистом, визнання її недієздатною, безвісно відсутньою;

- за поданням Кваліфікаційної комісії у разі встановлення факту порушення інженером-геодезистом законодавства у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності, на підставі розгляду письмових звернень юридичних або фізичних осіб, органів державної влади та органів місцевого самоврядування відповідно до статті 24 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність»;

- на підставі свідоцтва про смерть.

Кваліфікаційний сертифікат інженера-геодезиста може бути також анульований за рішенням суду.

6. Хто веде Державний реєстр сертифікованих інженерів-геодезистів і яка інформація зазначається в ньому?

Згідно зі статтею 5-1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, веде Державний реєстр сертифікованих інженерів-геодезистів, які отримали кваліфікаційний сертифікат.

У Державному реєстрі сертифікованих інженерів-геодезистів зазначається така інформація про інженера-геодезиста:

- 1) прізвище, ім'я та по батькові геодезиста;
- 2) дата видачі та номер кваліфікаційного сертифіката;
- 3) назва навчального закладу, на базі якого складався кваліфікаційний іспит та який здійснював підвищення кваліфікації;
- 4) дата та номер протоколу рішення Кваліфікаційної комісії про видачу кваліфікаційного сертифіката;
- 5) інформація про підвищення кваліфікації;
- 6) інформація щодо зупинення дії чи позбавлення кваліфікаційного сертифіката;
- 7) місце роботи особи.

Інформація з Державного реєстру сертифікованих інженерів-геодезистів надається за письмовою заявою фізичним і юридичним особам у формі витягу на безоплатній основі.

Державний реєстр сертифікованих інженерів-геодезистів оприлюднюється на офіційному веб-сайті центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин. Технологічні та програмні засоби, необхідні для оприлюднення відомостей Державного реєстру сертифікованих інженерів-геодезистів, повинні забезпечувати юридичним та фізичним особам можливість безоплатного анонімного перегляду, копіювання та роздрукування реєстру на основі поширених веб-оглядачів та редакторів без необхідності застосування спеціально створених для цього технологічних та програмних засобів, цілодобово, без обмежень.

7. Органи державного управління в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності. Компетенції Кабінету Міністрів України.

Згідно зі статтею 6 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» державне управління в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності здійснює Кабінет Міністрів України, спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, та його органи на місцях, Міністерство оборони України, інші органи виконавчої влади.

Згідно зі статтею 7 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» Кабінет Міністрів України в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності має такі компетенції:

- затверджує державні цільові програми щодо забезпечення потреб України в топографо-геодезичній і картографічній продукції;
- встановлює єдині державні системи координат, висот, гравіметричних вимірювань;
- визначає порядок надходження, ведення обліку, зберігання матеріалів Державного картографо-геодезичного фонду України, їх використання та розпоряджання;
- приймає рішення щодо використання на території України інших геодезичних систем координат, висот та гравіметричних вимірювань, масштабного ряду державних топографічних карт та планів;
- визначає порядок ведення державного обліку, реєстрації та проведення експертизи топографо-геодезичних і картографічних робіт та їх результатів;

- організовує державний контроль за топографо-геодезичною і картографічною діяльністю;
- встановлює порядок охорони геодезичних пунктів;
- вирішує інші питання.

8. До компетенції якого центрального органу виконавчої влади відноситься встановлення єдиної державної системи координат?

Згідно зі статтею 7 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» Кабінет Міністрів України в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності:

- затверджує державні цільові програми щодо забезпечення потреб України в топографо-геодезичній і картографічній продукції;
- встановлює єдині державні системи координат, висот, гравіметричних вимірювань;
- визначає порядок надходження, ведення обліку, зберігання матеріалів Державного картографо-геодезичного фонду України, їх використання та розпорядження;
- приймає рішення щодо використання на території України інших геодезичних систем координат, висот та гравіметричних вимірювань, масштабного ряду державних топографічних карт та планів;
- визначає порядок ведення державного обліку, реєстрації та проведення експертизи топографо-геодезичних і картографічних робіт та їх результатів;
- організовує державний контроль за топографо-геодезичною і картографічною діяльністю;
- встановлює порядок охорони геодезичних пунктів;
- вирішує інші питання.

9. Обов'язкові основні вимоги під час здійснення топографо-геодезичної і картографічної діяльності.

Згідно зі статтею 10 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» під час здійснення топографо-геодезичних, картографічних робіт повинні забезпечуватися:

- додержання вимог стандартів та нормативно-технічної документації;

- впровадження прогресивних технологій і методів організації топографо-геодезичного і картографічного виробництва;
- розроблення, впровадження та організація програмного, технологічного і технічного забезпечення ефективного використання цифрових карт і геоінформаційних систем;
- виконання робіт методами і способами, безпечними для життя і здоров'я людей, стану довкілля та об'єктів, що мають історико-культурну цінність;
- графічне зображення на картах державних кордонів України та меж адміністративно-територіального устрою, а також кордонів іноземних держав та інших політико-адміністративних і географічних елементів;
- зберігання та облік топографо-геодезичних, картографічних, аерозйомочних і космічних матеріалів;
- систематичний аналіз державної астрономо-геодезичної основи на території України та відповідності картографічних матеріалів сучасному стану місцевості;
- виконання топографічних, картографічних, кадастрових зйомок та оновлення карт і планів, зйомок континентального шельфу та водних об'єктів в єдиній системі координат і висот.

10. Хто організовує і координує виконання загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт?

Згідно зі статтею 8 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» до компетенції центрального органу виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у галузі топографо-геодезичної і картографічної діяльності, належить:

- розроблення державних цільових програм у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності;
- затвердження нормативно-технічних документів з питань геодезії, картографії, геоінформаційних систем;
- затвердження положення про авторське право в картографії;
- вирішення інших питань, визначених законами України та покладених на нього актами Президента України.

До компетенції центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у галузі топографо-геодезичної і картографічної діяльності, належить:

- організація топографо-геодезичних і картографічних робіт;
- ведення картографічного моніторингу території України, включаючи шельфову зону та населені пункти;
- виконання астрономо-геодезичних, гравіметричних, інженерно-геодезичних, топографічних, картографічних, картовидавничих робіт, проведення супутникових радіонавігаційних спостережень, аеро- та космічних зйомок для дистанційного зондування Землі;
- координація топографо-геодезичної і картографічної діяльності та здійснення методичного керівництва топографо-геодезичними і картографічними роботами;
- створення, розвиток та забезпечення функціонування національної інфраструктури геопросторових даних, системи стандартизації у сфері геодезії і картографії;
- визначення сталих географічних об'єктів на території України;
- проведення державної експертизи програм з питань топографо-геодезичної і картографічної діяльності, проектів топографо-геодезичних і картографічних робіт та їх результатів;
- підготовка пропозицій щодо створення у встановленому порядку спеціальних установ і організацій, необхідних для забезпечення топографо-геодезичної і картографічної діяльності;
- організація участі України у міжнародному співробітництві в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності;
- сприяння забезпеченню топографо-геодезичних, картографічних підприємств, установ, організацій висококваліфікованими спеціалістами;
- вдосконалення методів організації топографо-картографічного виробництва;
- здійснення державного контролю за топографо-геодезичною і картографічною діяльністю;
- розроблення нормативно-технічних документів з питань геодезії, картографії, геоінформаційних систем;
- вирішення інших питань, визначених законами України та покладених на нього актами Президента України".

Згідно зі статтею 11 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» до загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт належать:

- вивчення і визначення параметрів фігури Землі та гравітаційного поля для цієї мети;
- створення та оновлення державних топографічних карт і планів у графічній, цифровій, фотографічній та інших формах, точність і зміст яких забезпечують вирішення загальнодержавних, оборонних, науково-дослідних та інших завдань, видання цих карт і планів;
- створення, розвиток і підтримка в робочому стані державної геодезичної і висотної геодезичної мереж, у тому числі гравіметричної фундаментальної і першого класу, щільність і точність яких забезпечують створення державних топографічних карт і планів, вирішення загальнодержавних, оборонних, науково-дослідних та інших завдань;
- створення та оновлення кадастрових карт (планів), надання їх, а також необхідної топографо-геодезичної інформації користувачам для ведення Державної реєстраційної системи землі та іншого нерухомого майна, ведення банку даних;
- визначення сталих географічних об'єктів на території України;
- дистанційне зондування Землі повітряними та наземними засобами, а також використання даних дистанційного зондування Землі із космосу з метою використання в топографо-геодезичній і картографічній діяльності, геодинамічні дослідження на основі результатів геодезичних вимірювань;
- формування і ведення державного та регіональних картографо-геодезичних фондів;
- створення і розвиток національної інфраструктури геопросторових даних та системи стандартизації у сфері геодезії і картографії;
- створення геоінформаційних систем;
- проектування, складання і видання загальногеографічних, політико-адміністративних, науково-довідкових та інших тематичних карт і атласів міжвідомчого значення, навчальних картографічних посібників;
- топографо-геодезичне, картографічне та гідрографічне забезпечення делімітації, демаркації і перевірки державного кордону України;

- картографування, включаючи створення топографічних карт Антарктиди, континентального шельфу, Світового океану і зарубіжних країн;
- здійснення науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у галузі геодезії, картографії, дистанційного зондування Землі та інших планет, метрологічне та нормативне забезпечення топографо-геодезичних і картографічних робіт;
- організація серійного виробництва геодезичної і картографічної техніки.

Згідно зі статтею 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» виконання загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт організовує і координує спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, на основі встановлених Кабінетом Міністрів України порядку побудови державної геодезичної мережі та порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування державних, міжгалузевих і галузевих програм, планів, проектів, відповідних норм і правил.

Спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, взаємодіє з:

- Міністерством оборони України під час виконання топографо-геодезичних і картографічних робіт для потреб оборони і національної безпеки;
- Міністерством закордонних справ України, центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері захисту державного кордону України, під час проведення робіт з делімітації та демаркації державних кордонів України;
- центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, в частині забезпечення необхідною топографо-геодезичною інформацією та кадастровими картами (планами), включаючи цифрові;
- центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері розвитку водного господарства, в частині створення морських навігаційних карт;

□ іншими органами виконавчої влади, а також установами, організаціями, які залучаються до виконання загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт.

Згідно зі статтею 13 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» до топографо-геодезичних і картографічних робіт спеціального призначення належать:

□ роботи із топографо-геодезичного і картографічного забезпечення кадастрової діяльності – створення, розвиток і підтримка в робочому стані геодезичних мереж спеціального призначення, створення і оновлення картографічної основи державного кадастру, створення місцевих систем координат, порядок ведення яких встановлюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин;

□ роботи із топографо-геодезичного і картографічного забезпечення містобудівної діяльності – створення геодезичних та картографічних матеріалів і даних для планування території, проектування, будівництва і реконструкції об'єктів капітального будівництва, створення інженерної та транспортної інфраструктури, а також проведення необхідних для цього інженерних вишукувань;

□ створення географічних інформаційних систем спеціального (тематичного) призначення;

□ створення тематичних карт, планів і атласів спеціального призначення в графічній, цифровій та іншій формах, видання таких карт, планів і атласів;

□ геодезичні, топографічні, аерозйомочні та інші спеціальні роботи під час інших вишукувань і спеціальних робіт;

□ виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у напрямках, зазначених у цій статті.

11. Що встановлює нормативно-технічна документація у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності та хто її затверджує?

Згідно зі статтею 16 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» нормативно-технічна документація в сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності встановлює порядок

організації топографо-геодезичних і картографічних робіт, технічні вимоги до них, норми та правила їх виконання.

Нормативно-технічна документація затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин.

Нормативно-технічна документація в сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності обов'язкова для виконання всіма суб'єктами топографо-геодезичної та картографічної діяльності.

нормативно-технічна документація є основою для проведення державних та інших експертиз, здійснення державного геодезичного нагляду за топографо-геодезичною та картографічною діяльністю, а також для вирішення спорів.

12. Що включає метрологічне забезпечення топографо-геодезичної та картографічної діяльності і хто його здійснює?

Згідно зі статтею 17 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» метрологічне забезпечення топографо-геодезичної і картографічної діяльності включає систему стандартів, еталонів, технічних умов, які є обов'язковими для виконання і визначають терміни і назви в цій галузі, режим використання приладів під час геодезичних спостережень, методів контролю за якістю геодезичних вимірювань, інші питання, пов'язані з топографо-геодезичною та картографічною діяльністю.

Метрологічне забезпечення топографо-геодезичної і картографічної діяльності здійснюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, метрологічною службою Збройних Сил України у взаємодії з центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері стандартизації, метрології, сертифікації, в установленому законодавством порядку.

13. Які види робіт підлягають обов'язковому державному обліку і хто його здійснює?

Згідно зі статтею 18 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» астрономо-геодезичні, нівелірні, гравіметричні, картографічні, аерозйомочні та інші роботи у цій галузі підлягають

обов'язковому державному обліку з метою збирання матеріалів, їх оброблення, зберігання та використання.

Державний облік топографо-геодезичних і картографічних робіт здійснюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, у порядку, що визначається Кабінетом Міністрів України.

13. Ким визначається порядок створення, надходження та зберігання матеріалів Державного картографо-геодезичного фонду України та їх використання?

Згідно зі статтею 19 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» картографо-геодезичний фонд України складають Державний картографо-геодезичний фонд України, регіональні та відомчі картографо-геодезичні фонди.

Державний картографо-геодезичний фонд України і регіональні картографо-геодезичні фонди включають у себе матеріали та дані, що мають загальнодержавне, міжвідомче значення і знаходяться у віданні спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, що здійснює функції з надання державних послуг у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності.

Картографо-геодезичні фонди Міністерства оборони України знаходяться в його віданні.

Відомчі картографо-геодезичні фонди включають в себе матеріали та дані, що мають спеціальне (відомче) значення і знаходяться у віданні відповідних органів виконавчої влади.

Державний картографо-геодезичний фонд України формується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, Міністерством оборони України та іншими органами виконавчої влади за матеріалами виконаних топографо-геодезичних та картографічних робіт.

Юридичні та фізичні особи зобов'язані безоплатно передавати у Державний картографо-геодезичний фонд України один екземпляр копій створених ними геодезичних, топографічних, картографічних, гідрографічних, аерозйомочних матеріалів з додержанням вимог законодавства про авторське право.

Геодезичні, топографічні, картографічні, аерозйомочні, гідрографічні та гравіметричні матеріали і дані, створені в результаті топографо-геодезичної і картографічної діяльності за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів, а також аналогічні матеріали, що належать до території України, створені за рахунок бюджетних коштів колишнього СРСР, належать до державної власності, управління якою здійснюється Кабінетом Міністрів України відповідно до Закону.

Топографо-геодезичні і картографічні матеріали, створені за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів, не підлягають включенню до складу майна організацій та підприємств, що приватизуються.

Порядок створення, надходження і зберігання матеріалів Державного картографо-геодезичного фонду України та їх використання визначається Кабінетом Міністрів України.

Доступ до матеріалів, що є носіями відомостей, які становлять державну таємницю, здійснюється відповідно до Закону України "Про державну таємницю"

14. За рахунок яких коштів здійснюється фінансування загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт?

Згідно зі статтею 21 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» загальнодержавні топографо-геодезичні і картографічні роботи фінансуються за рахунок Державного бюджету України.

Кошти на виконання загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт, визначених цим Законом, передбачаються у проекті Закону про Державний бюджет України на відповідний рік, враховуючи фінансові можливості.

Фінансування спеціальних топографо-геодезичних і картографічних робіт, що виконуються за рішенням Ради міністрів Автономної Республіки Крим, місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування, провадиться відповідно за рахунок бюджету Автономної Республіки Крим, місцевих бюджетів.

Інші замовники спеціальних топографо-геодезичних і картографічних робіт здійснюють фінансування цих робіт за власний рахунок відповідно до укладених договорів.

15. Порядок охорони геодезичних пунктів.

Згідно зі статтею 22 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» закріплення геодезичних пунктів на місцевості здійснюється спеціальними інженерними пристроями і спорудами. Знесення або перезакладання геодезичних пунктів здійснюється лише за погодженням із спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, і його підрозділами відповідно до їх компетенції.

Обстеження і відновлення пунктів державної геодезичної і нівелірної мереж України здійснюються підрозділами спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин.

Охорона геодезичних пунктів здійснюється у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

16. Що відноситься до охоронної зони геодезичних пунктів?

Згідно зі статтею 22 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» геодезичні пункти Державної геодезичної мережі України є державною власністю. Облік геодезичних пунктів здійснює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин.

Вилучення земельних ділянок і надання їх під будівництво геодезичних пунктів проводиться у порядку, встановленому земельним законодавством України.

Земельні ділянки, на яких розташовані геодезичні пункти, зі смугою землі завширшки один метр уздовж меж геодезичних пунктів є охоронними зонами цих пунктів.

В охоронних зонах забороняється:

виконувати різні господарські роботи (складувати матеріали, утримувати худобу, розводити багаття та інше) і завдавати будь-якої шкоди геодезичним пунктам;

виконувати роботи, що можуть негативно вплинути на стан геодезичних пунктів. Суб'єкти підприємницької діяльності, які виконують топографо-геодезичні роботи і використовують пункти Державної геодезичної мережі України, а також пункти зйомочних геодезичних мереж як вихідну геодезичну основу, мають право доступу до геодезичних

пунктів на підставі договору, укладеного з власником земельної ділянки, або за погодженням із землекористувачем та власником будівлі, на якій вони розміщені, та подають в установленому порядку спеціально уповноваженому центральному органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, відомості про стан пунктів, що ними використовувалися.

17. Ким здійснюється облік геодезичних пунктів Державної геодезичної мережі?

Згідно зі статтею 22 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» обстеження і відновлення пунктів державної геодезичної і нівелірної мереж України здійснюються підрозділами спеціально уповноваженого центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин.

Геодезичні пункти Державної геодезичної мережі України є державною власністю. Облік геодезичних пунктів здійснює спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин.

Охорона геодезичних пунктів здійснюється у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

18. Ким здійснюється і хто встановлює порядок державного геодезичного нагляду за топографо-геодезичною і картографічною діяльністю?

Згідно зі статтею 24 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» державний геодезичний нагляд за топографо-геодезичною і картографічною діяльністю здійснюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин.

Порядок здійснення державного геодезичного нагляду встановлюється Кабінетом Міністрів України.

19. Ким вирішуються спори з питань топографо-геодезичної і картографічної діяльності?

Згідно зі статтею 25 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» спори з питань топографо-геодезичної і

картографічної діяльності розглядаються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, і вирішуються судом або третейським судом у порядку, встановленому законодавством України.

20. Яка відповідальність за порушення законодавства у сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності?

Згідно зі статтею 26 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» порушення законодавства про топографо-геодезичну і картографічну діяльність тягне за собою дисциплінарну, адміністративну, цивільно-правову і кримінальну відповідальність згідно з законом.

Відповідальність за правопорушення в сфері топографо-геодезичної і картографічної діяльності несуть особи, винні у:

- порушенні норм, правил, стандартів під час виконання топографо-геодезичних, картографічних робіт;
- внесенні змін у нормативно-технічну документацію без погодження з органами, що її затвердили;
- порушенні порядку обліку, зберігання топографічних, картографічних, аерозйомочних матеріалів і гравіметричних даних;
- порушенні умов користування топографо-геодезичними матеріалами, в тому числі несанкціоноване копіювання топографічних, картографічних, аерозйомочних матеріалів і гравіметричних даних, та несанкціонована передача вихідних матеріалів і копій іншим особам;
- невиконанні розпоряджень органу, який здійснює державний геодезичний нагляд;
- порушенні вимог щодо охорони геодезичних пунктів.

Законодавством України може бути встановлена відповідальність і за інші правопорушення.

21. Ким затверджується Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування?

Згідно зі статтею 12 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» виконання загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт організовує і координує спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, що реалізує

державну політику у сфері земельних відносин, на основі встановлених Кабінетом Міністрів України порядку побудови державної геодезичної мережі та порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування державних, міжгалузевих і галузевих програм, планів, проектів, відповідних норм і правил.

Згідно зі статтею 13 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» до топографо-геодезичних і картографічних робіт спеціального призначення належать:

□ роботи із топографо-геодезичного і картографічного забезпечення кадастрової діяльності – створення, розвиток і підтримка в робочому стані геодезичних мереж спеціального призначення, створення і оновлення картографічної основи державного кадастру, створення місцевих систем координат, порядок ведення яких встановлюється спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин;

□ роботи із топографо-геодезичного і картографічного забезпечення містобудівної діяльності – створення геодезичних та картографічних матеріалів і даних для планування території, проектування, будівництва і реконструкції об'єктів капітального будівництва, створення інженерної та транспортної інфраструктури, а також проведення необхідних для цього інженерних вишукувань;

□ створення географічних інформаційних систем спеціального (тематичного) призначення;

□ створення тематичних карт, планів і атласів спеціального призначення в графічній, цифровій та іншій формах, видання таких карт, планів і атласів;

□ геодезичні, топографічні, аерозйомочні та інші спеціальні роботи під час інших вишукувань і спеціальних робіт;

□ виконання науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт у напрямках, зазначених у цій статті.

22. Що є об'єктом захисту авторського права у картографії?

Згідно з пунктом 2 Положення про авторське право в картографії, затвердженого наказами Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України та Державного агентства України з авторських і суміжних прав при Кабінеті Міністрів України від

26.08.1997 № 85/41, основним об'єктом захисту авторським правом у картографії є картографічні твори, які відповідно до законодавства України про авторське право входять до переліку творів, що охороняються.

До картографічних творів належать твори в будь-якій матеріальній формі, основою яких є картографічне зображення.

Авторське право поширюється на картографічні твори незалежно від їх призначення, тематики, змісту, достоїнства, обсягу, а також способу їх відтворення в графічній, цифровій чи будь-якій іншій формі.

Об'єктом авторського права є як весь картографічний твір, так і його частина, що розглядається як окрема складова незалежно від форми цієї складової (художній дизайн, переклад, фотографія тощо).

Підлягають захисту авторським правом як первинні, оригінальні картографічні твори, так і ті, що були одержані в результаті творчої переробки твору, яка призвела до суттєвих змін його змісту чи форми.

Картографічними творами, що охороняються, є:

- всі види атласів, карт, планів, картосхем незалежно від їх форми та виду носія інформації;

- аерокосмофотокарти, аерокосмофотоплани, аерокосмофотосхеми, їх похідна продукція;

- цифрові карти і плани (цифрові моделі місцевості), інша картографічна інформація на машинних носіях, їх програмне забезпечення;

- картографічний зміст глобусів, рельєфні карти і плани, похідні пластичні твори;

- рекламна картографічна продукція;

- схеми, ескізи, ілюстрації, що стосуються географії, топографії, картографії, архітектури тощо.

Підлягають захисту також літературні, наукові, художні та інші твори картографічної тематики (нормативно-технічна література, наукові публікації, періодичні видання, монографії, каталоги, довідники, газетири картографічного змісту тощо).

Встановлення авторського права на ці твори здійснюється за аналогією з літературними, науковими, художніми та іншими видами творів у відповідності з чинним законодавством.

23. Хто затверджує порядок і ким проводиться експертиза пропозицій та рішень органів державної влади щодо найменування або перейменування географічних об'єктів?

Згідно з Порядком проведення експертизи пропозицій та рішень органів державної влади щодо найменування або перейменування географічних об'єктів, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 04.11.2009 № 1166, визначена процедура проведення експертизи пропозицій та рішень органів державної влади щодо найменування або перейменування географічного об'єкта, що розташовується на території України, континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони, географічного об'єкта Землі, відкритого українськими дослідниками і вченими, якщо інше не передбачено міжнародними договорами України, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України.

Експертизу пропозицій та рішень проводить Держгеокадастр.

24. Ким здійснюється реєстрація та облік апаратури супутникових радіонавігаційних систем?

Згідно з Порядком використання апаратури СРНС під час проведення топографо-геодезичних, картографічних, аерофотознімальних, проектних, дослідницьких робіт і вишукувань та кадастрових зйомок, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 13.07.1998 № 1075, уся апаратура СРНС зарубіжного або вітчизняного виробництва, що використовується для виконання топографо-геодезичних робіт, підлягає обов'язковій реєстрації та обліку в Держгеокадастрі за винятком апаратури СРНС Міноборони, МВС, СБУ, реєстрація та облік якої здійснюється Генеральним штабом Збройних Сил України у визначеному ним порядку.

Для реєстрації та обліку апаратури СРНС в Держгеокадастрі власник (користувач) повинен у п'ятиденний термін після її придбання (отримання в користування) або ввезення на територію України подати такі документи:

- лист-звернення про реєстрацію апаратури СРНС;
- копію документа про придбання даного комплекту апаратури або договору про передачу апаратури для користування;
- копію технічної специфікації даного комплекту апаратури.

Держгеокадастр на підставі зазначених документів у триденний термін реєструє та ставить на облік апаратуру СРНС з видачею власнику (користувачу) Реєстраційного посвідчення (свідоцтва) встановленого зразка.

Виконання топографо-геодезичних робіт з використанням апаратури СРНС, обробка результатів вимірювань, отриманих за допомогою апаратури СРНС, здійснюється юридичними та фізичними особами, що мають необхідне технічне і технологічне забезпечення та у складі яких за основним місцем роботи є сертифікований інженер-геодезист, відповідальний за якість результатів топографо-геодезичних і картографічних робіт, дотримання технічних вимог до них, норм та правил їх виконання, встановлених Мінрегіоном, за наявності Реєстраційного посвідчення (свідоцтва) устанвленого зразка.

25. Який термін встановлено для повторного складання кваліфікаційного іспиту для сертифікації інженера-геодезиста?

Згідно зі статтею 5-1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» особи, які не склали кваліфікаційного іспиту Кваліфікаційній комісії, допускаються до його повторного складання не раніше ніж через два місяці.

26. Який термін встановлено для обов'язкового підвищення кваліфікації сертифікованого інженера-геодезиста?

Згідно зі статтею 5-1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» сертифіковані інженери-геодезисти зобов'язані не рідше одного разу на чотири роки підвищувати кваліфікацію за програмою підвищення кваліфікації.

27. З дозволу якого центрального органу виконавчої влади здійснюється знесення або перезакладання геодезичних пунктів?

Згідно зі статтею 22 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» знесення або перезакладання геодезичних пунктів здійснюється лише за погодженням із спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері земельних відносин, і його підрозділами відповідно до їх компетенції.

28. Якому органу може бути оскаржено рішення про позбавлення інженера-геодезиста кваліфікаційного сертифіката?

Згідно зі статтею 5-1 Закону України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» рішення про зупинення дії чи анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-геодезиста може бути оскаржено до суду.

Згідно з пунктом 22 Порядку роботи Кваліфікаційної комісії, видачі та анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-землевпорядника та інженера-геодезиста, затвердженим наказом Міністерство аграрної політики та продовольства України від 28.11.2012 № 739, рішення про зупинення дії чи анулювання кваліфікаційного сертифіката інженера-землевпорядника або інженера-геодезиста може бути оскаржено до суду.

29. Яка наука вивчає форму, розміри земної кулі або окремих ділянок її поверхні шляхом вимірювань?

Геодезія – прикладна математична наука, яка вивчає методи визначення форми та розмірів планети Земля, її гравітаційного поля, зміни цих параметрів у просторі та часі, а також побудови мереж пунктів в єдиній системі просторових координат, виконання топографічного знімання, створення планів та карт, розв'язання різних наукових та інженерних завдань.

Геодезію поділяють на вищу та нижчу (прикладну, інженерну). Фундаментальним теоретично-практичним завданням вищої геодезії є побудова земної системи геодезичних координат і єдиної моделі зовнішнього гравітаційного поля Землі; завдання нижчої геодезії – вивчення порівняно невеликих частин поверхні Землі з метою їх відображення у вигляді карт, планів, профілів, використання методів і техніки геодезії для розв'язання спеціальних вимірювальних завдань у різних галузях економіки.

30. Який розділ геодезії вивчає питання визначення фігури та розмірів Землі, а також побудови геодезичної основи для вивчення земної поверхні?

Вища геодезія вивчає фігуру та зовнішнє гравітаційне поле Землі, методи створення систем геодезичних координат на всю поверхню Землі

або на окремі її ділянки, а також способи визначення положення точок земної поверхні в тій чи іншій системі координат.

Фундаментальним теоретично-практичним завданням вищої геодезії є побудова земної системи геодезичних координат і єдиної моделі зовнішнього гравітаційного поля Землі. Розв'язання цієї задачі проводиться на основі теоретичних досліджень та математичного опрацювання результатів наземних астрономічних, геодезичних і гравіметричних вимірювань, супутникових спостережень, світлолокації Місяця та великобазисних радіоінтерферометричних спостережень.

31. Як називають земний еліпсоїд з певними розмірами і орієнтований певним чином?

Земний еліпсоїд з певними розмірами й орієнтований певним чином для частини Землі, називають референц-еліпсоїдом. У нашій країні розміри референц-еліпсоїда були отримані під керівництвом Ф. М. Красовського. Ці розміри затверджені для використання в роботах по вищій геодезії й картографії. Референц-еліпсоїду привласнене ім'я Красовського. Розміри референц-еліпсоїда Красовського: велика піввісь $a = 6378245$ м, мала піввісь $b = 6356863$ м, полярне стиснення $\alpha = (a - b)/a = 1:298,3$.

Відхилення його поверхні від геоїда не перевищує 100 – 150 м, що підтверджує доцільність прийняття еліпсоїда як фігури, найбільш наближеної до геоїда. Щоб максимально наблизити поверхню еліпсоїда до поверхні геоїда, еліпсоїд орієнтують в тілі Землі, тобто розміщують певним чином відносно до поверхні геоїда. Орієнтування залежить від вибору точки земної поверхні, в якій нормаль збігається з прямовисною лінією (точка A і A' на рис. 1).

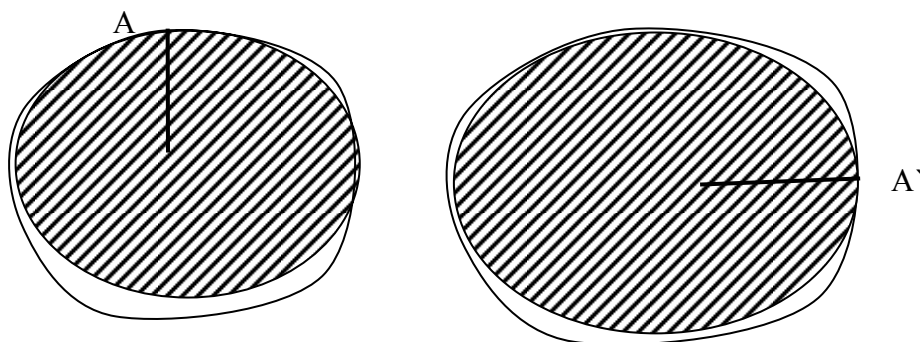


Рис. 1. Орієнтування земного еліпсоїда

Завдання наближення поверхні еліпсоїда до поверхні геоїда може бути вирішене інакше – шляхом добору оптимальних значень відхилення прямовисної лінії, одержаних в результаті проведених вимірювань.

Використання державами планети різних референц-еліпсоїдів призводить до відмінностей координат тих самих пунктів, визначених відносно різних вихідних поверхонь.

Під час вирішення багатьох практичних завдань достатньо прийняти форму Землі за кулю, площа поверхні якої дорівнює площі еліпсоїда, а радіус – 6371 км.

32. Як називають умовну поверхню, яку отримують відкладенням по нормалі аномалій висоти від поверхні відлікового еліпсоїда?

Аномалія висоти – різниця між значенням геодезичної та нормальної висоти у певній точці фізичної поверхні Землі.

Геодезична висота H – висота точки фізичної поверхні Землі над поверхнею відлікового еліпсоїда, відрахована по нормалі до його поверхні.

Нормальна висота – висота точки фізичної поверхні Землі над поверхнею квазігеоїда. На рівні океану нормальна висота дорівнює нулю.

Нормальна система висот – система висот, яка визначає положення геодезичних пунктів по висоті відносно квазігеоїда.

Квазігеоїд – умовна поверхня, яку отримують відкладенням по нормалі аномалій висоти від поверхні відлікового еліпсоїда.

Відліковий еліпсоїд – математична модель референц-еліпсоїда, яка прийнята за поверхню відліку.

33. Як називають площину, яка проходить через центр Землі перпендикулярно до осі її обертання?

Земля обертається навколо уявної прямої – так званої земної осі. Точки перетину земної осі з земною поверхнею називаються полюсами. Їх два: Північний і Південний. Площину, яка проходить через центр Землі перпендикулярно до осі її обертання, називають площиною екватора (рис. 2).

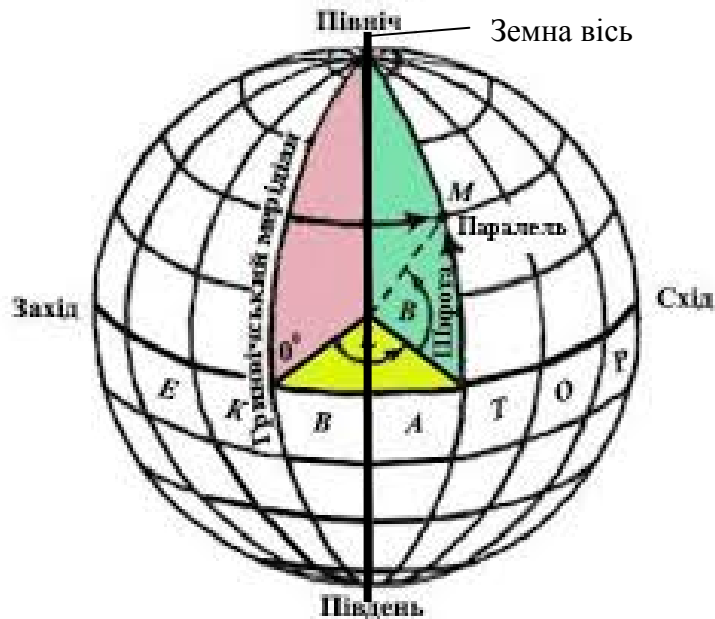


Рис. 2. Геометричні елементи земної кулі

Площини, що перетинають земну поверхню паралельно площині екватора, утворюють паралелі, а площини, що проходять через два полюси, – меридіани.

34. Що беруть за початок відліку географічних координат?

Початковим меридіаном на поверхні Землі прийнято вважати меридіан, що проходить через центр меридіанного залу найстаршої в Європі астрономічної обсерваторії у м. Гринвіч, поблизу Лондона. Довготи відраховують до сходу й заходу від початкового меридіана в межах $0...180^\circ$ і позначають, наприклад, так: 62° с.д. (східної довготи) або 124° з.д. (західної довготи) від Гринвіча; широти – $0...90^\circ$ до півночі й півдня від екватора, наприклад 56° пн.ш. (північної широти) або пд.ш. (південної широти).

Координатними площинами, відносно яких визначають положення точок на земній поверхні, є площина екватора земного еліпсоїда та площина початкового меридіана.

Координати – це величини, що визначають положення будь-якої точки на поверхні або в просторі відносно прийнятої системи координат.

Система координат встановлює початкові (вихідні) точки поверхні або лінії відліку потрібних величин – початок відліку координат та одиниці їх обчислення.

У геодезії найбільшого застосування набули системи географічних, плоских прямокутних і полярних координат.

Система географічних координат застосовується для визначення положення точок Землі відносно екватора і початкового меридіана. Координатами є кутові величини: довгота і широта точки. Координатна (картографічна) сітка створюється лініями меридіанів і паралелей.

Меридіаном називають лінію перерізу еліпсоїда площиною, що проходить через дану точку і полярну вісь обертання Землі PP' (рис. 3).

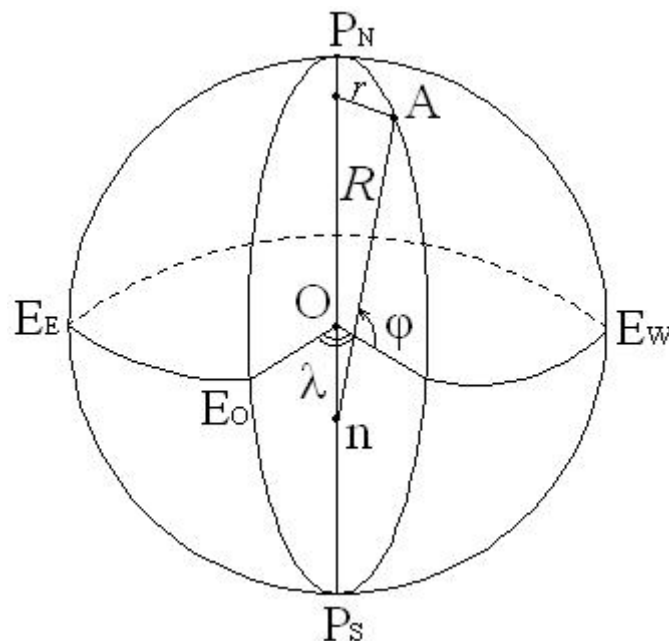


Рис. 3. Географічна система координат

Паралель – це лінія перерізу еліпсоїда площиною, що проходить через дану точку і перпендикулярна до земної осі, PP' .

Початкова паралель – паралель, що проходить через центр еліпсоїда, називають екватором. За початковий (нульовий) прийнято Гринвіцький меридіан.

Географічні координати визначають в результаті астрономічних спостережень відносно земної поверхні або шляхом геодезичних вимірювань на земній поверхні. У першому випадку їх називають астрономічними, у другому – геодезичними. У разі астрономічних спостережень проектування точок на відповідну поверхню здійснюється прямовисними лініями, у разі геодезичних – нормаллями.

35. Система плоских прямокутних координат Гаусса - Крюгера.

Дану систему координат використовують під час великомасштабного відображення значних частин земної поверхні на площині, отже, і у разі вирішення більшості завдань, що зв'язані з проектуванням будівельних комплексів.

Для великомасштабного картографування необхідна проекція, що забезпечує збереження подібного відображення фігур (контурів) під час переходу з поверхні еліпсоїда на площину, спотворення розмірів фігур, що виникають при цьому, мають бути малі і легко враховуватися. Даним вимогам відповідає прийнята з 1928 р. поперечно-циліндрична рівнокутна проекція Гаусса – Крюгера.

Відображення поверхні земного еліпсоїда на площині в проекції Гаусса – Крюгера отримують таким чином. Поверхню розбивають меридіанами на зони шириною 3° або 6° за довготою. Земний еліпсоїд вписують в циліндр так, щоб площина екватора співпала з віссю циліндра (рис. 4).

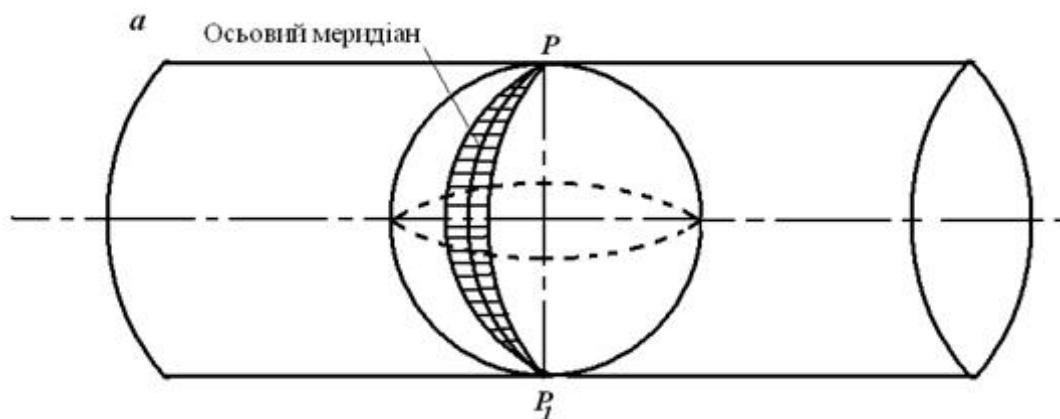


Рис. 4. Схема побудови поперечної циліндричної проекції

Кожна зона з центру Землі проєктується на бічну поверхню циліндра. Після проєктування бічну поверхню циліндра розгортають в площину, розрізавши її по меридіанах, що проходять через земні полюси. На отриманому зображенні середні (осьові) меридіани зон (рис. 5) і екватор – прямі лінії, всі інші меридіани і паралелі – криві. Спотворення розмірів контурів поблизу осьових меридіанів зон мінімальні і зростають з віддаленням до країв зон.

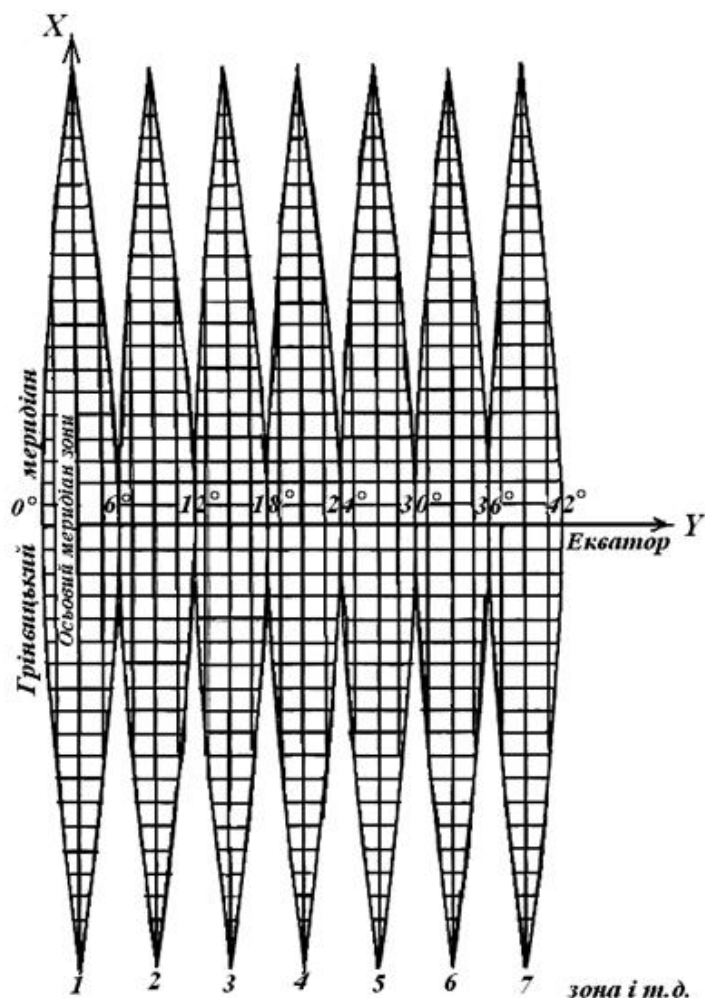


Рис. 5. Шестиградусні зони Гаусса – Крюгера

Відносні спотворення на краях шестиградусної зони можуть сягати величини 1:1500, а трьохградусної – 1:6000. Вибір ширини зони (6 або 3°) залежить від того, з якою точністю повинно вестися проектування будівельного комплексу. Якщо для проектування потрібні топографічні матеріали масштабу 1:10000 і дрібніше, застосовують шестиградусні зони, для карт масштабу 1:5000 крупніших масштабів – трьохградусні. Весь земний еліпсоїд охоплюють 60 шестиградусних зон. Вони нумеруються арабськими цифрами, починаючи від Гринвіцького меридіану на схід.

За початок відліку координат в кожній зоні беруть точку перетину осьового меридіана – осі абсцис X і екватора – осі ординат Y . На картах проводять прямокутну координатну сітку, що складається з прямих ліній, паралельних осьовому меридіану і екватору (рис. 6). Відстані між суміжними лініями сітки для масштабів карт 1:10000; 1:25000 і 1:50000 складають один кілометр на місцевості.

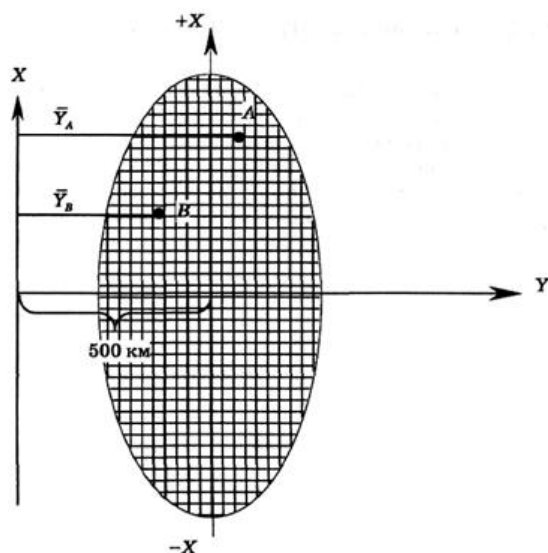


Рис. 6. Координатна сітка

Система координат у кожній зоні однакова. Для території України, що розташована в північній півкулі, абсиси завжди позитивні. Що стосується ординат, то вони в кожній зоні могли б бути як додатними так і від'ємними. Для того, щоб і ординати були завжди додатні, початок координат зміщають на захід на 500 км. В цьому випадку всі точки на схід і захід від осьового меридіана матимуть позитивні ординати. Такі ординати називаються перетвореними. Перетворена ордината починається з номера зони. Наприклад, якщо точка розташована в четвертій зоні на відстані 64245 м на захід від осьового меридіана, її перетворена ордината дорівнює 4435755 м, якщо на тій самій відстані на схід від того самого осьового меридіана, то перетворена ордината $y = 4564245$ м.

Усі сучасні топографічні карти України складені у проекції Гаусса – Крюгера. В інженерній практиці для невеликих ділянок місцевості план може бути складений в умовній системі прямокутних координат. Початок умовної системи координат вибирають так, щоб значення X та Y були додатними.

Для зручності визначення прямокутних координат на планах і картах нанесена координатна сітка (рис. 6). Це система взаємно перпендикулярних ліній, проведена через певні відстані паралельно осям X та Y зони. Значення абсцис X та перетворених ординат Y ліній координатної сітки підписані на картах і планах.

36. Як називається кут, утворений нормаллю до поверхні земного еліпсоїда в даній точці і площиною його екватора?

Геодезичні координати – це координати, які показують положення точок відносно площини початкового геодезичного меридіана і площини екватора земного еліпсоїда. Площиною геодезичного меридіана є площина, що проходить через нормаль до поверхні земного еліпсоїда в даній точці і паралельна до його малої осі.

Геодезична широта (B) – це кут, утворений нормаллю до поверхні земного еліпсоїда в даній точці і площиною його екватора.

37. Як називається двогранний кут між площинами геодезичного меридіана даної точки і початкового геодезичного меридіана?

Геодезичні координати – це координати, які показують положення точок відносно площини початкового геодезичного меридіана і площини екватора земного еліпсоїда. Площиною геодезичного меридіана є площина, що проходить через нормаль до поверхні земного еліпсоїда в даній точці і паралельна до його малої осі.

Геодезична довгота (L) – двогранний кут між площинами геодезичного меридіана даної точки і початкового геодезичного меридіана.

38. Як називається кут, утворений прямовисною лінією в даній точці і площиною, перпендикулярною до осі обертання Землі?

Астрономічні координати обчислюють відносно площини, перпендикулярної до осі обертання Землі (площини екватора) і площини початкового астрономічного меридіана. Площиною астрономічного меридіана є площина, що проходить через прямовисну лінію в даній точці і паралельна осі обертання Землі. Початковою точкою відліку координат є точка перетину початкового меридіана і екватора, для якої широта і довгота дорівнюють 0° .

Астрономічна широта (φ) – це кут, утворений прямовисною лінією в даній точці і площиною, перпендикулярною до осі обертання Землі.

39. Як називають двограний кут між площинами астрономічного меридіана даної точки та початкового астрономічного меридіана?

Астрономічні координати обчислюють відносно площини, перпендикулярної до осі обертання Землі (площини екватора) і площини початкового астрономічного меридіана. Площиною астрономічного меридіана є площина, що проходить через прямовисну лінію в даній точці і паралельна осі обертання Землі. Початковою точкою відліку координат є точка перетину початкового меридіана і екватора, для якої широта і довгота дорівнюють 0° .

Астрономічна довгота (λ) – це двограний кут між площинами астрономічного меридіана даної точки та початкового астрономічного меридіана.

40. Якими величинами визначається положення точки на місцевості в географічній системі координат?

Система географічних координат (географічні координати) застосовується для визначення положення точок Землі відносно екватора і початкового меридіана. Координатами є кутові величини: довгота і широта точки. Координатна (картографічна) сітка створюється лініями меридіанів і паралелей.

41. Яка основна картографічна проекція для топографо-геодезичних робіт прийнята в Україні?

Усі сучасні топографічні карти України складені у проекції Гаусса – Крюгера. Дану систему координат використовують під час великомасштабного відображення значних частин земної поверхні на площині.

42. Що таке абсолютна висота точки?

Для визначення положення точок фізичної поверхні Землі не достатньо знати лише дві координати на поверхні (x і y). Потрібна третя координата – висота точки H (рис. 7).

Висотою H точки земної поверхні називається відстань по прямовисній лінії (нормалі) між рівневою поверхнею точки і рівневою

поверхнею, прийнятою за початкову. Числове значення висоти точки називають позначкою висоти, або позначкою.

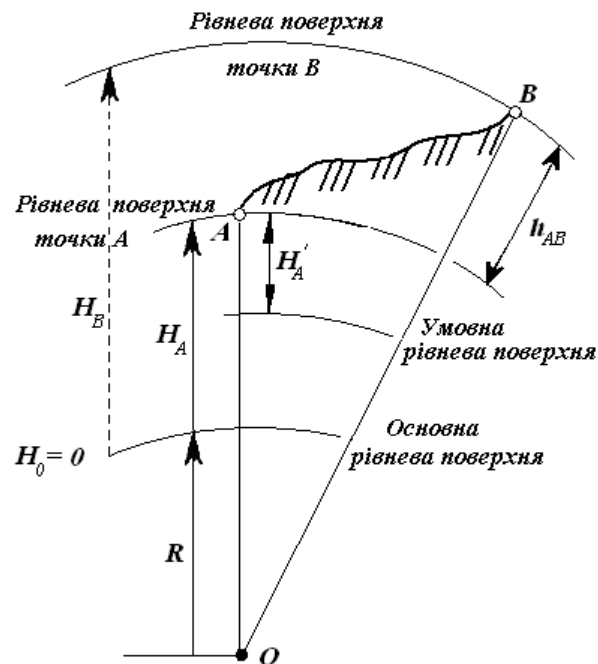


Рис. 7. Схема визначення висот точок

Висоту точки, яку обчислюють від основної рівневої поверхні, називають абсолютною (H_A), а визначену відносно довільно обраної рівневої поверхні – умовною (H'_A).

У нашій країні прийнято Балтійську систему висот. Відлік висот за цією системою ведуть від рівневої поверхні, що проходить через нуль Кронштадтського футштока біля Санкт-Петербурга. Футшток – рейка, яку встановлюють на берегах океанів і морів для спостережень за рівнем води. Нуль Кронштадтського футштока є мідною пластиною, закріпленою в опорі моста у м. Кронштадті, з нанесеною горизонтальною рисою.

На сучасному етапі з використанням супутникових навігаційних систем (GNSS) під час розв'язання геодезичних задач використовують геоцентричну систему прямокутних просторових координат (рис. 8).

Початок координат розміщено в центрі мас Землі. Вісь OX у площині екватора проходить через точку перетину Гринвіцького меридіана й екватора. Вісь OY доповнює прийняту систему координат до правої, а вісь OZ спрямована вздовж осі обертання Землі до Північного полюса.

В Україні для вирішення народногосподарських завдань міждержавного рівня запроваджено світову систему просторових координат WGS-84.

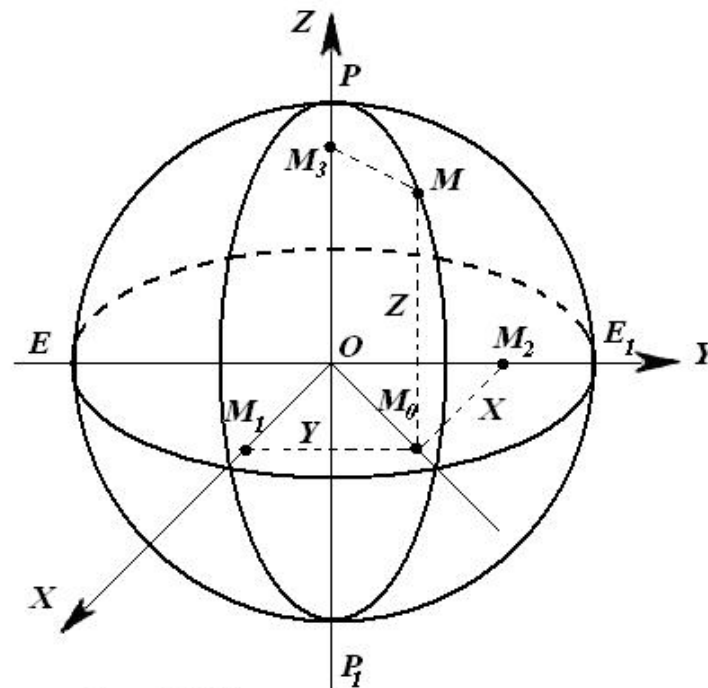


Рис. 8. Система просторових прямокутних координат

43. В якій системі висот визначаються абсолютні висоти в Україні?

У нашій країні прийнято Балтійську систему висот. Відлік висот за цією системою ведуть від рівневої поверхні, що проходить через нуль Кронштадтського футштока біля Санкт-Петербурга. Футшок – рейка, яку встановлюють на берегах океанів і морів для спостережень за рівнем води. Нуль Кронштадтського футштока є мідною пластиною, закріпленою в опорі моста у м. Кронштадті, з нанесеною горизонтальною рисою.

44. Що таке геодезична висота?

Геодезична висота H – висота точки фізичної поверхні Землі над поверхнею відлікового еліпсоїда, відрахована по нормалі до його поверхні.

Спільно з координатами B і L геодезична висота H визначає просторове положення точки відносно заданого еліпсоїда. Ці координати називають еліпсоїдальними.

Геодезична (еліпсоїдальна) висота має тільки геометричний сенс. Вона не може бути безпосередньо виміряна, оскільки в кожній точці поверхні Землі невідомі ні напрямки нормалі до еліпсоїда, уздовж якої потрібно вимірювати висоту, ні положення відлікової точки на еліпсоїді, яка до того ж фізично недоступна. Обчислити геодезичні висоти або їх різниці (перевищення) можливо за результатами супутникових спостережень, тригонометричного і астрономо-геодезичного нівелювання.

45. Як називається різниця висот двох точок?

Різницю висоти між двома точками (або відстань за прямовисним напрямком між рівневими поверхнями, що проходять через будь-які дві точки на Землі) називають відносною висотою, або перевищенням h цих точок (рис. 7):

$$h_{AB} = H_B - H_A$$

Найпоширеніший на даний момент спосіб визначення геодезичних висот – це супутникове нівелювання. До появи цієї технології, всі висоти отримували шляхом вимірювань на поверхні Землі. Отримані таким чином висоти називають гіпсометричними. Для зв'язку гіпсометричних і геодезичних висот є співвідношення $H^e = H^{inc} + \Delta$, де H^e – геодезична висота точки, H^{inc} – гіпсометрична висота, Δ – геоїдальна складова висоти.

Нормальна система висот була запропонована М.С. Молоденським і прийнята на території колишнього СРСР як допоміжна, необхідна для наближеного визначення фізичної поверхні Землі, але далі стала широко застосовуватися в геодезичній практиці. Нормальною висотою є висота над еліпсоїдом в нормальному полі такої точки, для якої різниця нормального потенціалу щодо еліпсоїда тотожно дорівнює геопотенціальному числу точки поверхні Землі. Нормальні висоти практично не залежать від вибору еліпсоїда і визначаються за результатами вимірювань, виконаних на фізичній поверхні Землі. Однак вони пов'язані з вибором початкової точки, від якої виконується геометричне нівелювання і ведеться рахунок геопотенціальних чисел. В Україні відлік висот прийнято вести від нуля-пункту Кронштадського футштока. Нормальна система висот вигідно відрізняється від ортометричної тим, що не вимагає гіпотез про розподіл мас усередині

Землі, тому обчислити значення висоти можна достатньо точно, а якість отриманих висот залежить в основному тільки від якості вимірювань. Нормальні висоти можуть бути визначені з результатів нівелювання, а також обчислені за геодезичними висотами, якщо є інформація про різниці ($H^e - H^{\text{норм}}$), тобто висотах квазігеоїда ξ , оскільки сума нормальної висоти і аномалії висоти дає геодезичну висоту точки поверхні Землі: $H^e = H^{\text{норм}} + \xi$.

Аномалія висоти виникає через те, що гравітаційне поле Землі не збігається з нормальним, тому нормальна висота $H^{\text{норм}}$ не дорівнює геодезичній H^e . Оскільки нормальний потенціал завжди вибирають близьким до дійсного, аномалія висоти буде порівняно малою величиною. Якщо відкласти нормальні висоти по нормалі до еліпсоїда від кожної точки поверхні Землі з урахуванням знака висоти вниз або вгору, то геометричне місце точок кінців цих відрізків утворюють поверхню, яку називають квазігеоїдом. Отже, висота квазігеоїда над еліпсоїдом дорівнює аномалії висоти.

Під час використання супутникових вимірювань немає необхідності пов'язувати початок відліку нормальних висот з потенціалом на рівні моря. В цьому випадку нормальні висоти повністю визначені вибором еліпсоїда і потенціалом реальної Землі.

46. Як називається зменшене відображення частини земної поверхні, створене без врахування кривизни Землі?

Зменшене відображення земної поверхні з допомогою умовних знаків називається планом або картою. На плані відображено невеликі площі земної поверхні без урахування її кривизни.

План складають для невеликої ділянки земної поверхні, тому кривизну земної поверхні не враховують. План місцевості можна скласти за допомогою окомірного знімання, за аерофотознімком, або використовуючи спеціальні прилади. Під час складання планів використовують загальноприйняті умовні знаки: контурні (або площинні), значкові (позамаштабні), лінійні та пояснювальні. Контурні знаки використовуються для відображення об'єктів, які на місцевості займають значні площі, наприклад лісу або сільськогосподарських угідь. Значковими знаками зображують об'єкти, які не можливо показати в масштабі, наприклад джерело або колодязь. Лінійні знаки відображують

об'єкти лінійної протяжності (лінії зв'язку, дороги тощо). Пояснювальні знаки передають додаткові якісні та кількісні характеристики географічних об'єктів (наприклад, швидкість течії річки, породи дерев у лісі).

47. Що таке зменшене (масштабоване), узагальнене, побудоване за визначеними математичними законами (законами картографічних проєкцій) відображення значних ділянок або всієї площі земної поверхні, інших небесних тіл або позаземного простору на площині?

Карта. На карту наносяться значні площі з урахуванням кривизни земної поверхні.

Географічна карта – це зменшене та узагальнене відображення земної поверхні (усієї чи окремої ділянки) на площині, виконане в певній системі умовних позначень, побудоване в картографічній проєкції.

На відміну від плану, на який наносять усі об'єкти й деталі місцевості, під час складання карт вибираються найбільш значні об'єкти та їх характеристики залежно від змісту та призначення карти.

Карта – це одна з моделей дійсності, тому залежно від того, що потрібно змоделювати в конкретному випадку, створюють різні види карт.

Класифікація карт допомагає вибрати саме ту карту, яка потрібна для виконання певного завдання, тобто сприяє генералізації – одній з головних географічних проблем. Генералізація – процес відбору головного, істотного, без зайвих деталей, та його цілеспрямоване узагальнення. Тому групи карт мають залежно від своєї генералізації певну особливість – неоднаковий ступінь докладності відображення земної кулі. За різними ознаками виділяють такі групи карт:

1) за охопленням території:

- світові;
- регіональні (материків, океанів та їх частин; держав та їх частин).

2) за масштабом:

- дрібномасштабні (дрібніші за 1:1000000) – оглядові;
- середньомасштабні (1:200000 (1:250000) – 1:1000000) – оглядово-топографічні;
- великомасштабні (1:10000 – 1:100000) – топографічні;

3) за змістом:

- загально-географічні;
- тематичні;

4) за призначенням:

- навчальні;
- військові;
- туристичні;
- дорожні.

Останнім часом відбулися кардинальні зміни, які дозволили доповнити поліграфічні карти їх комп'ютерними версіями. З'явилися електронні географічні карти – багат шарові зображення, часто тривимірні, з текстовим і звуковим супроводом.

48. Що беруть за вісь абсцис (X) у системі координат, побудованій на основі проекції Гаусса – Крюгера?

Зображення осьового меридіана й екватора беруть за осі зональної системи прямокутних координат (рис. 5 і 6) з початком у точці їх перетинання. За вісь абсцис X беруть зображення осьового меридіана, а вісь ординат Y – екватора.

Для всіх точок на території нашої країни абсциси мають позитивне значення. Для того щоб ординати точок також були тільки позитивними, у кожній зоні ординату початку координат дорівнюють 500 км. Таким чином, точки, розташовані на захід від осьового меридіана, мають ординати менше 500 км, а на схід – більше 500 км. Ці ординати називають перетвореними.

49. Навести визначення поняттю проекція Гаусса – Крюгера.

Картографічна проекція – це математичний спосіб відображення на площині поверхні земної кулі. Для створення карт використовують певні допоміжні поверхні. За видом допоміжної поверхні картографічні проекції поділяються на циліндричні, конічні та азимутальні (рис. 9).

Конічні проекції, в яких поверхня земного еліпсоїда або кулі переноситься на бокову поверхню дотичного до неї або січного конуса, а потім останній розрізається по утворюючій та розгортається в площину.

Циліндричні проекції, в яких поверхня земного еліпсоїда або кулі переноситься на бокову поверхню дотичного до неї або січного циліндра, після чого останній розрізається по утворюючій та розгортається в площину.

Азимутальні проекції, в яких поверхня земного еліпсоїда або кулі переноситься на дотичну до неї або січну площину.

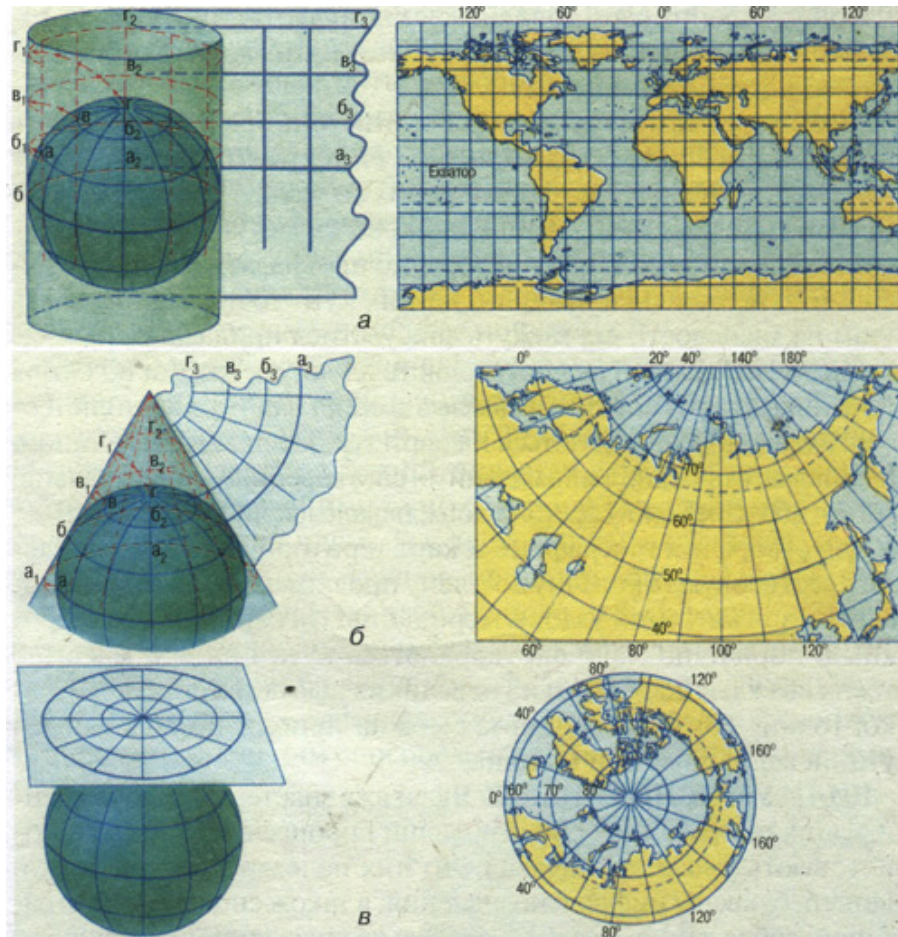


Рис. 9. Циліндрична, конічна і азимутальна проекції

Щоб відобразити на площині сферичну поверхню Землі у вигляді карти, на площину відображують меридіани і паралелі – картографічну сітку – і потім за географічними координатами точок земної поверхні будують карту. Спосіб перенесення сітки зі сферичної поверхні на площину називається картографічним проектуванням. Існує багато способів картографічного проектування й видів проекцій. Їх вибирають залежно від призначення карти та допустимих виду й величини спотворень (викривлень) під час проектування сферичної поверхні на площину. У геодезії доцільно застосовувати таку проекцію, що не

спотворювала б кутів, тобто зберігала б подобу зображуваних фігур. Такі проєкції називають рівнокутними.

В Україні топографічні карти будують у рівнокутній поперечній циліндричній проєкції й відповідної їй системі плоских прямокутних координат Гаусса – Крюгера.

Проєкцію Гаусса – Крюгера (рис. 10, а) одержують, проєктуючи земну кулю на поверхню циліндра, що торкається Землі, по будь-якому меридіану. Щоб спотворення довжини ліній не перевищували точності масштабу карти, проєкційну частину земної поверхні обмежують меридіанами з різницею довгот 6° , а під час складання планів у масштабах 1:5000 і крупніше – 3° . Така ділянка називається зоною. Середній меридіан кожної зони називається осьовим. Рахунок зон ведеться від Гринвіцького меридіана на схід.

Після розгортання циліндра в площину осьовий меридіан зони й екватор відобразяться взаємно перпендикулярними прямими лініями (проєкція осьового меридіана) і (проєкція екватора).

Зображення осьового меридіана й екватора беруть за осі зональної системи прямокутних координат (рис. 10, б) з початком у точці їх перетинання.

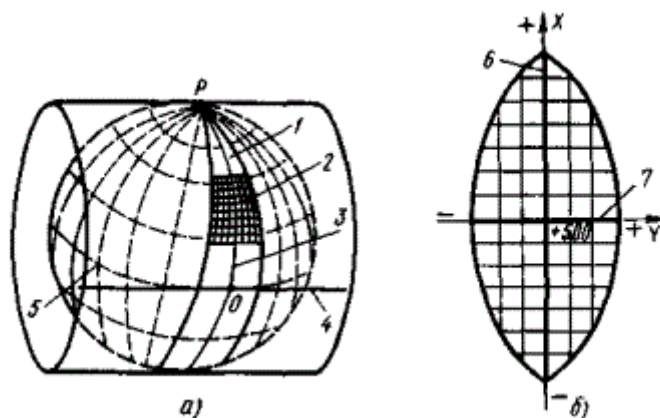


Рис. 10. Поперечна циліндрична проєкція Гаусса – Крюгера (а)
і зональна система координат (б):

1 – зона, 2 – координатна сітка, 3 – осьовий меридіан, 4 – вісь Y,
5 – екватор, 6 – проєкція осьового меридіана, 7 – проєкція екватора

Для зручності користування плоскими прямокутними координатами на кожен аркуш топографічної карти, починаючи з масштабу 1:200000,

наносять сітку квадратів, що називається кілометровою сіткою. Сторони квадратів паралельні осям X і Y даної зональної системи координат. Розміри сторін залежать від масштабу карти. Наприклад, на картах масштабів 1:10000...1:50000 сторони квадратів відповідають 1 км на місцевості.

Оскільки осьові меридіани зон не паралельні один одному, кілометрові сітки двох суміжних зон не збігаються, тому на картах, розташованих у межах 2° по довготі уздовж західної й східної границь зони, показують виходи координат сітки сусідніх зон.

50. Що береться за вісь ординат (Y) у системі координат, побудованій на основі проекції Гаусса – Крюгера?

Зображення осьового меридіана й екватора беруть за осі зональної системи прямокутних координат (рис. 10, б) з початком у точці їх перетинання. За вісь абсцис X беруть зображення осьового меридіана, а вісь ординат Y – екватора.

Для всіх точок на території нашої країни абсциси мають позитивне значення. Для того щоб ординати точок також були тільки позитивними, у кожній зоні ординату початку координат дорівнюють 500 км. Таким чином, точки, розташовані на захід від осьового меридіана, мають ординати менше 500 км, а на схід – більше 500 км. Ці ординати називають перетвореними.

51. Через скільки градусів за довготою вся земна поверхня поділяється на зони у проекції Гаусса – Крюгера?

Проекцію Гаусса – Крюгера одержують, проектуючи земну кулю на поверхню циліндра, що торкається Землі, по якому-небудь меридіану. Щоб перекручування довжини ліній не перевищували меж точності масштабу карти, проекційну частину земної поверхні обмежують меридіанами з різницею довгот 6° , а під час складання планів у масштабах 1:5000 і крупніше – 3° . Така ділянка називається зоною. Середній меридіан кожної зони називається осьовим. Рахунок зон ведеться від Гринвіцького меридіана на схід.

52. На яку величину переносять початок координат в зоні для уникнення від'ємних значень ординат?

Для всіх точок на території нашої країни абсциси мають позитивне значення. Для того щоб ординати точок також були тільки позитивними, у кожній зоні ординату початку координат дорівнюють 500 км. Таким чином, точки, розташовані на захід від осьового меридіана, мають ординати менше 500 км, а на схід – більше 500 км. Ці ординати називають перетвореними.

53. Як називають систему поділу земної поверхні на окремі аркуші топографічних карт та їх позначення?

Для відображення на топографічній карті всієї земної поверхні, або лише її частини, наприклад, рівної за розмірами території України, потрібно буде створити карту дуже великих розмірів. Однак такою картою, було б важко користуватися на практиці. Тому відображення земної поверхні для відтворення на топографічних картах з давніх часів прийнято поділяти на окремі фрагменти-аркуші. Система такого поділу карти на окремі аркуші називається розграфленням карти, а позначення окремих аркушів у прийнятій системі розграфлення – її номенклатурою.

54. Які позначення використовують для відображення ситуації на планах та картах?

Для позначення об'єктів на картах і планах розроблено умовні знаки. Застосовувати однакові умовні знаки обов'язково для всіх відомств.

Якщо на плані зображені тільки межі об'єктів місцевості, його називають контурним або ситуаційним. Якщо, крім контурів, на план нанесено й рельєф, такий план називають топографічним. Масштаб плану в усіх його точках однаковий.

Топографічні карти використовуються для вивчення місцевості, орієнтування, вирішення різноманітних господарських завдань, для складання різноманітних тематичних карт. Такі карти дозволяють визначати склад об'єктів місцевості, їх характеристики, положення та розміри, вимірювати відстані між об'єктами, площі, напрямки, висоти точок, перевищення, ухили.

Топографічні карти створюються та оформлюються за певним набором правил, єдиним для всіх видавників в країні, що спрощує їх розуміння та використання різними категоріями користувачів.

В Україні складаються топографічні карти в масштабах 1:1000000, 1:500000, 1:250000, 1:100000, 1:50000, 1:25000, 1:10000 та топографічні плани в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

Основні нормативні вимоги щодо складання топографічних карт і топографічних планів Україна успадкувала від колишнього СРСР. Поточні документи, що були видані центральним органом управління з геодезії та картографії вже після набуття Україною незалежності, є здебільшого лише перекладом українською мовою керівних документів Головного управління геодезії та картографії при Раді Міністрів СРСР.

У даний час основні вимоги до топографічних карт наведені у таких нормативних документах:

- «Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування»;
- «Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000»;
- «Класифікатор інформації, яка відображається на топографічних картах масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000»;
- «Умовні знаки для топографічних карт масштабу 1:10000»;
- «Умовні знаки для топографічних карт масштабів 1:25000, 1:50000, 1:100000»;
- «Перелік умовних скорочень, що вживаються під час складання топографічних карт» тощо.

55. Основні форми рельєфу та його зображення на планах та картах.

Зображення рельєфу – найважливіший елемент змісту топографічних планів і карт. Він визначає умови будівництва, впливає на ґрунтоутворення, розвиток несприятливих процесів тощо. З часом під впливом внутрішніх і зовнішніх процесів, у т.ч. і в результаті діяльності людини на Землі, як планеті, рельєф може змінюватись.

Рельєф – це сукупність форм нерівностей місцевості. Земна поверхня має різні форми нерівностей, які можна поділити на дві групи: опуклі й увігнуті. До опуклих форм належать горби, сопки, гори; до увігнутих – улоговини (западини), лощини, яри.

Горб – опукла, порівняно невисока (до кількох десятків метрів) полого форма рельєфу.

Сопка – опукла, достатньо висока (до кількох сотень метрів) і крута форма рельєфу.

Гора – опукла, значних розмірів, великої висоти і крута форма рельєфу. Найвища точка гори – вершина, нижня частина – підшва, бокові поверхні – схили. Найнижчу частину земної поверхні між двома сусідніми вершинами називають сідловиною. У горах сідловини називають перевалами.

Хребет – випукла та витягнута форма земної поверхні, що має два стрімких схили, перехрещення яких утворює вісь хребта, яка є лінією вододілу, що поділяє водозбірні басейни.

Улоговина (западина) – увігнута чашоподібна форма рельєфу; найнижча її частина – дно, верхній край – брівка, бічні поверхні – схили.

Лощина – витягнута увігнута форма рельєфу, що поступово знижується в одному напрямку, найнижча частина лощини (дно) є її вісь, яку називають її водозливом або тальвегом.

Яр – вузька лощина з крутими схилами; виникає і збільшується в розмірах через розмивання ґрунту зливовими й талими водами на схилах горбів, сопок і гір.

Рельєф є важливою частиною змісту плану або карти. Під час проектування і будівництва інженерних споруд він має велике значення, тому точності й детальності його знімання та відображення на планах надають особливого значення. На сучасних топографічних планах і картах рельєф зображують горизонталями.

Горизонталь – це зімкнена крива лінія, всі точки якої мають ту саму висоту над поверхнею, яку прийнято за початок відліку висот.

Відстань між горизонталями на плані називають закладанням (d). Чим менша відстань між горизонталями на карті або плані, то тим крутіша топографічна поверхня. Закладання залежить від:

- крутизни рельєфу;
- висоти перетину (січення) h рельєфу.

Горизонталі на планах і картах мають висотні позначки, які надписують у розривах кожної четвертої або п'ятої горизонталі. Щоб полегшити читання рельєфу і розв'язування задач, у яких він використовується, введено таке правило запису висотних позначок. Якщо вважати, що кожна цифра має «головку» (верхня частина цифри), то позначки у розривах горизонталей мають бути записані так, щоб «головки» цифр були спрямовані вгору по схилу рельєфу. Нижче за цю позначку по схилу завжди розміщується менша висотна позначка.

Горизонталі мають такі властивості:

- всі точки, що лежать на одній горизонталі мають однакову висоту;
- всі горизонталі є неперервними лініями;
- горизонталі не можуть перетинатись або роздвоюватись;
- відстань між горизонталями в плані характеризує крутизну схилу – чим менша відстань (закладення), тим крутіший схил;
- найкоротша відстань між горизонталями відповідає найбільшій крутизні схилу;
- вододільні лінії та осі лощин перетинають горизонталі під прямим кутом;
- горизонталі, що зображують похилу площину, мають вигляд паралельних прямих.

Достатньо часто для уточнення форм рельєфу застосовують додаткові горизонталі, які відображають штрих-пунктирними лініями, що називаються напівгоризонталями. Як правило, напівгоризонталі доцільно проводити в тих випадках, коли відстань між горизонталями на плані перевищує 2 см.

Уздовж ліній вододілу або водозливу (тальвегу) на горизонталях креслять берг-штрихи, які визначають напрямки стоку талих і зливових вод. Ці позначки також полегшують читання рельєфу.

56. Як називають збереження інформації про географічні та геометричні елементи місцевості на комп'ютері?

Комп'ютерна система, що забезпечує можливість використання, збереження, редагування, аналізу та відображення географічних даних називається географічною інформаційною системою (ГІС).

Відмінною рисою ГІС є наявність у їх складі специфічних методів аналізу просторових даних, що сукупно із засобами введення, збереження,

маніпулювання і подання просторово-координованої інформації, складають основу технології географічних інформаційних систем, чи ГІС-технології.

З урахуванням сучасних тенденцій розвитку геоінформаційних технологій як робочий варіант визначення геоінформаційної системи доцільно використовувати таке – це інтегрована сукупність апаратних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, маніпулювання, аналіз і відображення (подання) просторово-координованих даних.

ГІС – це інформаційні системи, які від інших інформаційних систем відрізняються тим, що це, по-перше, автоматизовані інформаційні системи, орієнтовані на використання можливостей ЕОМ; по-друге, вони призначені для роботи з просторово-координованою інформацією; і, по-третє, ГІС здатні продукувати нове знання на основі використання достатньо широкого спектра аналітичних методів і процедур.

Будь-яка географічна інформаційна система складається з апаратного комплексу, програмного комплексу та інформаційного блока. У той самий час будь-яка геоінформаційна система забезпечує функції підтримки аналізу просторових даних. Процедури просторового аналізу і моделювання в ГІС реалізовані програмними засобами, тобто їх виконання є однією з функцій програмного комплексу ГІС. Однак з огляду на надзвичайно важливу роль аналітичних можливостей ГІС у виконанні ними їх функцій, а також широкий, але достатньо чітко обкреслений арсенал цих можливостей, уявляється доцільним виділення, принаймні під час вивчення основ ГІС-технології, блока аналізу як четвертого обов'язкового компонента геоінформаційних систем. Цілком виправданим є включення до складу компонентів ГІС і людей – розробників і користувачів, без яких неможливе існування останніх компонент системи.

57. Навести визначення поняття орієнтування лінії на місцевості.

Орієнтувати лінію – це визначити її напрямок відносно вихідного напрямку. Для орієнтування зазвичай застосовуються азимуту і дирекційні кути.

Орієнтування полягає у тому, що визначають кут між вихідним напрямком і напрямком даної лінії. За вихідний напрямок для

орієнтування беруть істинний (астрономічний), магнітний меридіани або вісь абсцис прямокутної системи координат плану. Відповідними кутами, що визначають напрямок лінії, є істинний і магнітний азимути, дирекційний кут і румби.

Кут між північним напрямком меридіана й напрямком даної лінії MN називається азимутом (рис. 11), вимірюється по напрямку руху часової стрілки, і може мати значення $0...360^{\circ}$. Азимут, який вимірюється відносно істинного меридіана, називається істинним.

У геодезії прийнято розрізняти прямий і зворотний напрямки лінії. Якщо напрямок лінії MN від точки M до точки N вважати прямим, то NM – зворотний напрямок тієї самої лінії. Відповідно до цього кут A – прямий азимут лінії MN у точці M , а A_1 – зворотний азимут цієї ж лінії в точці N .

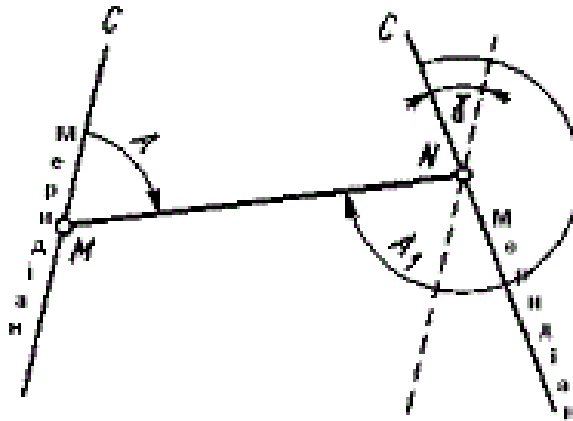


Рис. 11. Азимути лінії MN

Меридіани різних точок не паралельні між собою, тому що вони сходяться в точках полюсів. Звідси істинний азимут лінії в різних її точках має різне значення. Кут між напрямками двох меридіанів називається зближенням меридіанів і позначається γ . Залежність між прямим і зворотним азимутами лінії MN виражається формулою $A_1 = A + 180^{\circ} + \gamma$ (рис. 11 і 12).

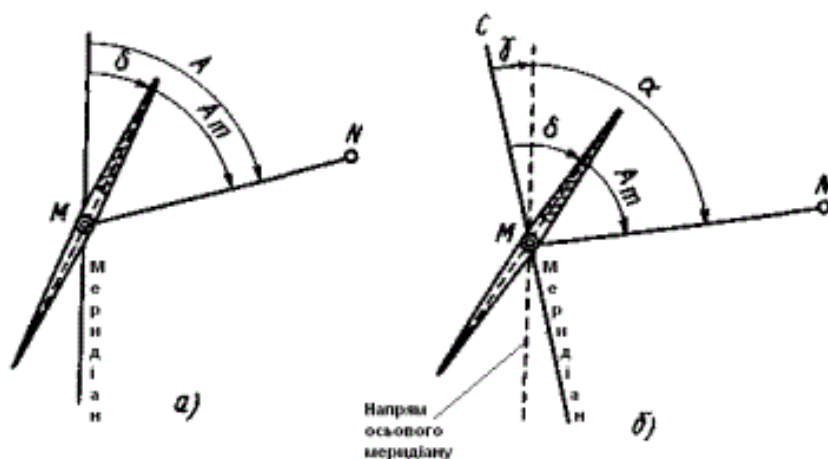


Рис. 12. Залежність між кутами:

а – істинним і магнітним азимутами;

б – магнітним азимутом і дирекційним кутом

Зближення меридіанів γ є кутом між істинним меридіаном M і віссю абсцис у цій точці. Вісь абсцис паралельна осьовому меридіану зони, в якій розташована лінія MN . Як видно з рис. 12, $\alpha = A - \gamma$. Так само, як і для азимута, розрізняють прямий і зворотний дирекційні кути: α_{MN} – прямий, α_{NM} – зворотний дирекційні кути лінії MN : $\alpha_{NM} = \alpha_{MN} + 180^\circ$.

Істинні азимути ліній місцевості визначаються шляхом астрономічних спостережень або за допомогою гіротеодолітів.

Іноді для орієнтування лінії місцевості користуються не азимутами, а румбами. Румбом (рис. 13) називається гострий кут між найближчим (північним Пн або південним Пд) напрямком меридіану та напрямком даної лінії.

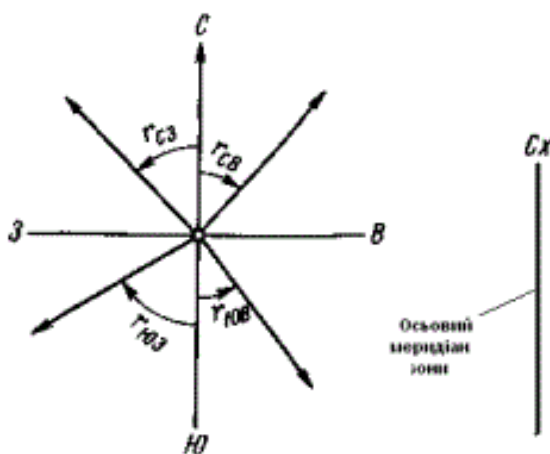


Рис. 13. Румби

Румби позначають літерою r з індексами, що вказують чверть, у якій перебуває румб. Назви чвертей складені з відповідних позначень сторін світу. Так, перша чверть – північно-східна (ПнС), друга – південно-східна (ПдС), третя – південно-західна (ПдЗ), четверта – північно-західна (ПнЗ). Відповідно позначають румби у чвертях, наприклад, у першій $r_{ПнС}$, у другий – $r_{ПдС}$. Румби обчислюють у градусах ($0...90^\circ$).

Таблиця 1

Залежність між азимутами й румбами

| Чверть | Азимут A , градус | Румб r , градус |
|-----------|---------------------|-------------------|
| I (ПнС) | $0...90$ | A |
| II (ПдС) | $90...180$ | $180 - A$ |
| III (ПдЗ) | $180...270$ | $A - 180$ |
| IV (ПнЗ) | $270...360$ | $360 - A$ |

У прямокутній системі координат орієнтування лінії виконують відносно осі абсцис. Кут, який відлічують у напрямку ходу годинникової стрілки від позитивного (північного) напрямку осі абсцис до лінії, напрямком якої визначається, називається дирекційним. Дирекційні кути позначаються буквою α й подібно азимуту набувають значень $0...360^\circ$.

Дирекційний кут будь-якого напрямку безпосередньо на місцевості не вимірюють, його значення можна обчислити, якщо для даного напрямку визначений істинний азимут. Залежність між дирекційним кутом α й істинним азимутом A наведена на рис. 14.

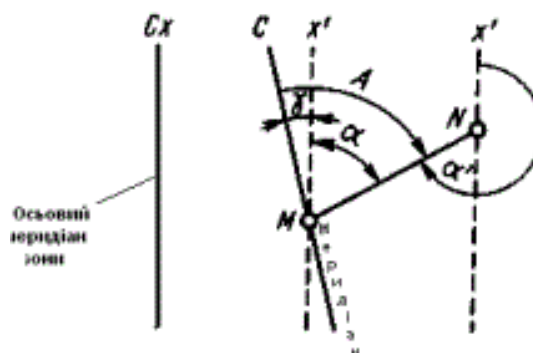


Рис. 14. Залежність між дирекційним кутом і істинним азимутом лінії

Румби дирекційних кутів позначають й обчислюють так само, як румби дійсних азимутів, тільки відраховують від північного й південного напрямків осі абсцис.

58. Як називають горизонтальний кут між північним напрямком географічного меридіана і північним напрямком вертикальної лінії координатної сітки?

Кут між північним напрямком географічного меридіана і північним напрямком вертикальної лінії координатної сітки називається зближенням меридіанів (рис. 12 і 14).

Зближення меридіанів γ – це кут між північним напрямком істинного меридіану і північним напрямком вертикальної лінії координатної сітки. Схилення магнітної стрілки δ – це кут між північним напрямком істинного і магнітного меридіанів. Для полегшення визначення азимутів на всіх аркушах топографічних карт під південною стороною рамки аркуша наведена схема орієнтирних напрямків: значення схилення магнітної стрілки і зближення меридіанів (рис. 15).

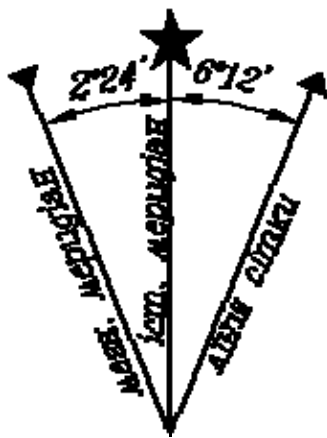


Рис. 15. Схилення магнітної стрілки і зближення меридіанів

Для точок, розташованих на схід від осьового меридіана, зближення вважають додатним (у цих точках лінії, паралельні осьовому меридіану, відхиляються на схід від географічних меридіанів, проведених через ті самі точки). Для точок, що розташовані на захід від осьового меридіана, зближення від'ємне.

Напрямку істинного меридіана на топографічній карті відповідають бокові сторони рамки аркуша карти, а також прямі лінії, які можна провести між однойменними поділками хвилин довготи. Напрямки, що

паралельні осі абсцис, на карті є вертикальними лініями кілометрової сітки. Величини зближення меридіанів, які розміщуються на топографічних картах, відносять до центру аркуша карти (рис. 16).

Зближення меридіанів дорівнює нулю, якщо точка лежить на осьовому меридіані або на екваторі. Для будь-яких точок у межах однієї шестиградусної зони зближення матеріалів за абсолютною величиною не перевищує 3° .

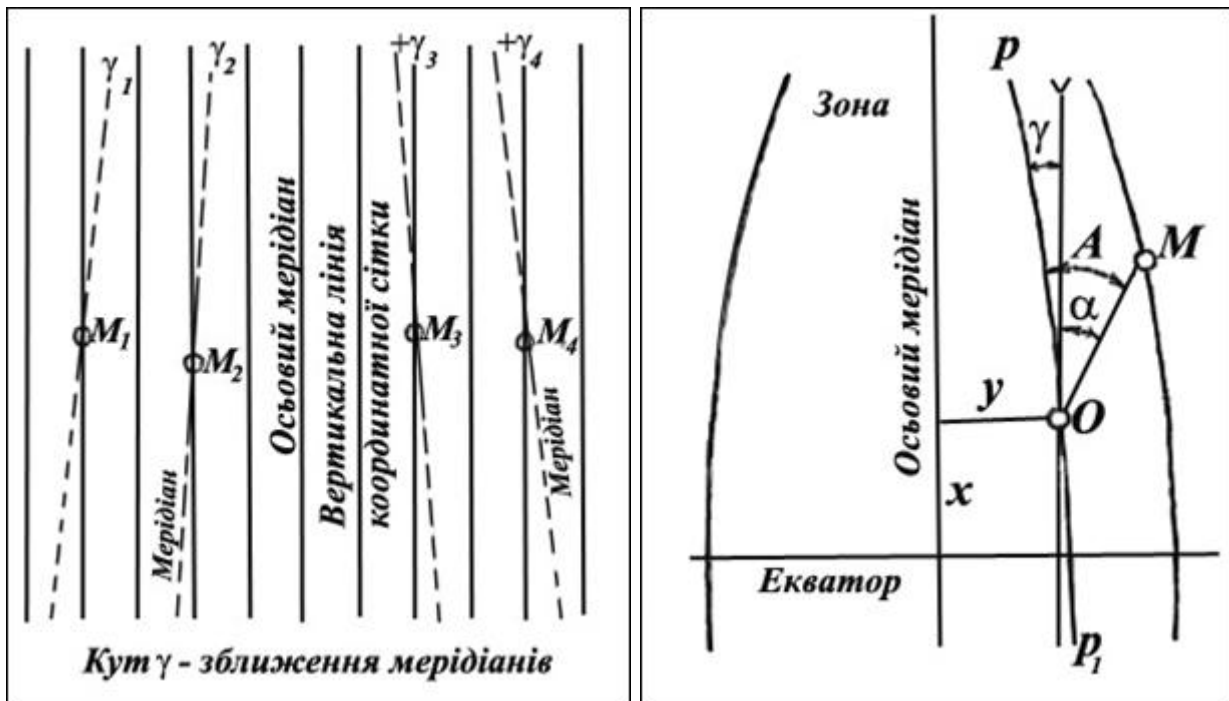


Рис. 16. Схилення магнітної стрілки і зближення меридіанів

59. Як називають горизонтальний кут, який відраховують за ходом годинникової стрілки від північного напрямку істинного меридіана до заданого напрямку?

Кут між північним напрямком істинного меридіана й напрямком даної лінії MN називається істинним азимутом (рис. 11), вимірюється по напрямку руху часової стрілки, і може мати значення $0...360^{\circ}$.

У геодезії прийнято розрізняти прямий і зворотний напрямки лінії. Якщо напрямком лінії MN від точки M до точки N вважати прямим, то NM – зворотний напрямком тієї самої лінії. Відповідно до цього кут A – прямий азимут лінії MN у точці M , а A_1 – зворотний азимут цієї ж лінії в точці N .

Меридіани різних точок не паралельні між собою, тому що вони сходяться в точках полюсів. Звідси азимут лінії в різних її точках має різне значення. Кут між напрямками двох меридіанів називається зближенням

меридіанів і позначається γ . Залежність між прямим і зворотним азимутами лінії MN виражається формулою $A_1 = A + 180^\circ + \gamma$ (рис. 11 і 12).

60. Як називають горизонтальний кут, який відраховують від північного напрямку осьового меридіана (або лінії, паралельної йому) до даного напрямку за ходом годинникової стрілки?

Дирекційним кутом α називають горизонтальний кут, що відлічують від північного напрямку осьового меридіана (або лінії, паралельної йому) до даного напрямку за ходом годинникової стрілки. Дирекційний кут змінюється від 0° до 360° . Прямий і зворотний дирекційні кути лінії відрізняються на 180° .

Дирекційний кут можна визначити графічно та аналітично. Для визначення дирекційного кута графічним способом необхідно з'єднати прямою лінією точки на карті, між якими визначається дирекційний кут (рис. 17).

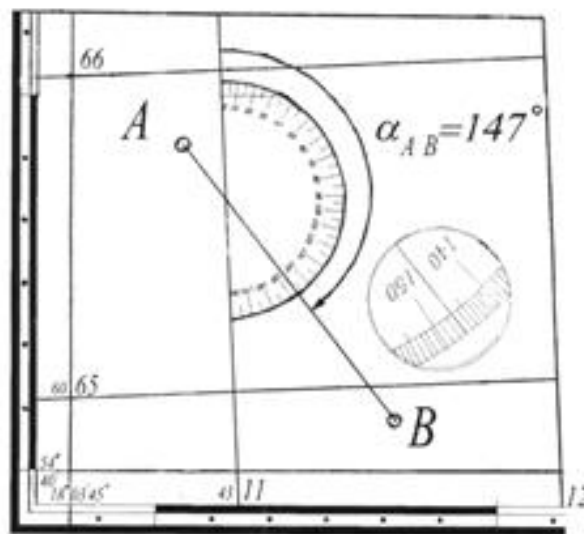


Рис. 17. Графічне визначення дирекційного кута по карті

61. Як називають горизонтальний кут, який відраховують від найближчого (північного або південного) напрямку осьового меридіану до заданого напрямку?

Іноді для орієнтування лінії місцевості користуються не азимутами, а румбами. Румбом (рис. 13) називається гострий кут між найближчим (північним або південним) напрямком меридіану та напрямком даної лінії.

Румби позначають літерою r з індексами, що вказують чверть, у якій перебуває румб. Назви чвертей складені з відповідних позначень сторін світу. Так, перша чверть – північно-східна (ПнС), друга – південно-східна (ПдС), третя – південно-західна (ПдЗ), четверта – північно-західна (ПнЗ). Відповідно позначають румби у чвертях, наприклад, у першій $r_{ПнС}$, у другий – $r_{ПдС}$. Румби вимірюють у градусах ($0...90^\circ$).

62. Що відноситься до вихідних даних для визначення висот точок по картах або планах?

Карти та плани є вихідним матеріалом для роботи інженера-геодезиста, що пов'язана з розв'язанням низки задач з розроблення проектно-технічної документації будівельних комплексів та окремих споруд. Одним з головних факторів для прийняття будь-якого рішення про правильне використання території є рельєф. На картах і планах рельєф відображають за допомогою горизонталей з підписами їх висот. В процесі роботи з картами та планами дуже часто виникає необхідність визначення висот точок, що розміщені як на горизонталях, так і між ними. Даними для вирішення цієї задачі слугують підписи горизонталей, висота перетину рельєфу h та напрямок схилу.

63. Навести визначення профілю місцевості.

Профіль місцевості являє собою вертикальний розріз рельєфу місцевості.

Для побудови профілю по якомусь напрямку на топографічній карті або топографічному плані прокреслюють пряму, на якій відзначають і визначають по горизонталях висоти точок її перетину з вершинами висот і перегинами скатів. Отримані точки переносять на лінію підстави профілю на кресленні і відновлюють в них перпендикуляри до основи, по яких у великому масштабі (в 5-10 разів крупніше масштабу карти або плану) відкладають відносні висоти точок над тією з них, яка має найменшу абсолютну висоту. Отримані точки з'єднують плавною кривою, яка і буде зображенням профілю рельєфу по даному напрямку. Таким самим чином можна побудувати на кресленні профіль місцевості за даними нівелювання.

64. Навести визначення поняття водозбірної площі.

Водозбір обмежений вододільними лініями басейну водозбору і напрямком створу вибраної в проекті споруди (гребля, насип тощо). Він визначається на топографічній карті; використовується в гідрологічних обчисленнях під час визначення величини створів мостів, водопропускних труб, зливної каналізації тощо.

Водозбірна площа, водозбір, водозбірний басейн, обмежена вододільною лінією площа на поверхні землі, стік з якою йде водоймище. Особливості рельєфу (наявність озер, характер рослинності тощо) надає значний вплив на умови стоку води. Характер рельєфу визначає собою ухили і густину річкової і балочної для яру мережі, тобто швидкість стікання по схилах і час пробігу води по руслах. Наявність різних зімкнутих западин призводить до того, що частина води, що поступає на денну поверхню, затримується в цих пониженнях, витрачається на випар і фільтрацію і лише після заповнення понижень починає стікати в русло.

65. Які існують способи визначення площі на картах та планах?

Визначення площ земельних ділянок є одним з найважливіших видів геодезичних робіт для цілей земельного кадастру.

Залежно від господарського значення ділянок, їх розмірів, конфігурації. наявності результатів відповідних вимірювань (координати, довжини ліній), якості планово-картографічного матеріалу використовують такі способи визначення площ:

- аналітичний, коли площу обчислюють за результатами вимірювань ліній і кутів, або їх функцій координат вершин ділянок;
- графічний, коли площу визначають за результатами вимірювань ліній і кутів, чи координат на планах, картах або з допомогою палеток;
- механічний, коли площі визначають на плані за допомогою спеціальних приладів – планіметрів, картометрів тощо.

За результатами вимірювань ліній і кутів на місцевості для визначення площ ділянок використовують формули геометрії, тригонометрії та аналітичної геометрії для геометричних фігур різної конфігурації і їх комбінацій.

Для визначення площі багатокутника з відомими координатами вершин поворотів використовують формули Гаусса:

$$S = 0,5 \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) = 0,5 \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1}).$$

Точність обчислення площі визначається за такою формулою:

$$m_S = \frac{m_t}{2\sqrt{2}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{i-1} - X_{i+1})^2 + (Y_{i+1} - Y_{i-1})^2}.$$

Графічний спосіб визначення площ полягає в тому, що земельні ділянки на плані розбивають на елементарні фігури (трикутники, прямокутники), в яких вимірюють на плані відповідні елементи і обчислюють площі. Загальна площа дорівнює сумі площ елементарних фігур. Ефективність цього способу тим вища, чим менше сторін має земельна ділянка.

Для наближеного визначення площ земельних ділянок на топографічних планах можна використати палетку, яка являє собою сітку квадратів. Залежно від масштабу плану буде відповідний розмір палетки.

Для визначення площі угідь, обмежених на плані криволінійними контурами, використовують планіметри.

Перед початком вимірювань на карті намічають контури угідь, площі яких необхідно визначити, присвоюють цим ділянкам відповідні номери чи назви, складають відомості, в які записують виміряні елементи і обчисленні значення площ.

66. Навести критерії для оцінки точності рівноточних вимірювань.

Для оцінки точності результатів вимірів прийняті такі критерії: середня похибка, імовірна похибка і середня квадратична похибка.

Середньою похибкою θ називають середнє арифметичне абсолютних значень похибок вимірювань

$$\theta = \frac{\sum_{i=1}^n |\Delta_i|}{n} = \frac{[|\Delta|]}{n}.$$

Абсолютним варіаційним рядом випадкових похибок називають послідовність цих похибок, розміщених в порядку зростання або убутання за їх абсолютною величиною.

Ймовірною похибкою r називають таке значення абсолютного варіаційного ряду випадкових похибок, яке ділить даний ряд на дві рівні частини. Якщо кількість значень ряду похибок дорівнює парному числу,

то ймовірною похибкою буде середнє арифметичне двох значень абсолютного варіаційного ряду, які знаходяться у середині ряду.

Середньою квадратичною похибкою m називають величину, яка дорівнює квадратному кореню із суми квадратів середнього арифметичного квадратів дійсних похибок

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}} = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}.$$

Середня квадратична похибка є найбільш прийнятним критерієм для оцінювання точності вимірів. Вона має переваги порівняно із середньою і ймовірною похибками:

1. Середня квадратична похибка є чутливою мірою точності тому, що на її величину сильно впливають великі за абсолютною величиною випадкові похибки, що визначають надійність результатів вимірів.

2. Середня квадратична похибка вже за деякої відносно невеликої кількості вимірів набуває сталого значення і у разі збільшення кількості вимірів змінюється незначно.

3. На основі середньої квадратичної похибки можна знайти граничну похибку, тобто таке найбільше за абсолютною величиною значення випадкової похибки, яке може з'явитися за певних умов вимірів. Потрійну середню квадратичну похибку беруть за граничну, тобто

$$\Delta_{гр} = 3m.$$

4. Знаючи середні квадратичні похибки певних величин, можна легко визначити середні квадратичні похибки інших величин, функціонально пов'язаних з ними.

У теорії ймовірності встановлено, що, якщо випадкові погрішності розподілені за нормальним законом, то ймовірності того, що $|\Delta| < 2\sigma = 0,9544$; $|\Delta| < 3\sigma = 0,9974$. Це означає, що абсолютна величина випадкової похибки може бути більше 2σ лише в 5 випадках із 100 можливих, а більше 3σ тільки лише в 3 випадках з 1000 можливих.

Виходячи з цього і беручи до уваги те, що замість невідомого стандарту використовується середня квадратична похибка, то за граничну похибку для робіт технічної точності в геодезії приймають величини

$$\Delta_{гр} = 2\sigma \approx 2m,$$

а у разі відносно невеликій кількості вимірюваних величин або у разі особливо відповідальних вимірювань

$$\Delta_{\text{гр}} = 3\sigma \approx 3m,$$

Отже, якщо будь-який результат вимірів має похибку більшу за граничну, то такий результат містить грубу похибку і тому має бути виключений з подальшої обробки і замінений новим, отриманим під час повторних вимірів.

67. Навести визначення поняття середньої квадратичної похибки арифметичної середини.

Поняття середньої квадратичної похибки уведено Гауссом, і в даний час вона прийнята за основну характеристику точності вимірювань в геодезії.

Для її обчислення використовують істинні похибки вимірювань або відхилення результатів вимірювань від середнього арифметичного.

Різниця кожного окремого результату вимірювання і середнього арифметичного значення називається відхиленням результатів вимірювань від середнього арифметичного і позначається буквою v .

Формула Бесселя для визначення середньої квадратичної похибки виміру має вигляд

$$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}.$$

Середня квадратична похибка арифметичної середини в корінь з n раз менша за похибку одного виміру

$$m_x = \frac{m}{\sqrt{n}} \text{ або } m_x = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}.$$

Відношення абсолютної похибки до значення вимірюваної величини називають відносною похибкою.

68. Навести визначення поняття випадковій похибки.

Випадкові похибки являють собою похибки, у появі кожної з яких не спостерігається будь-якої закономірності. Випадкові похибки неминучі і непереборні й завжди присутні в результатах вимірів. Вони викликають розсіювання результатів під час багатократного і достатньо точного

вимірювання тієї самої величини у разі незмінних умов, викликаючи відмінність їх в останніх значущих цифрах (результати багаторазових вимірювань тієї самої постійної величини в тих самих умовах за допомогою того самого вимірювального пристрою тим самим оператором можуть відрізнятися один від одного).

Кожна випадкова похибка виникає внаслідок впливу багатьох факторів, кожен з яких сам по собі не чинить значного впливу на результат.

Оскільки випадкові похибки не піддаються виключенню з результатів вимірювань, то під час розгляду їх впливу на результат вимірювань завдання зводиться до вивчення властивостей сукупностей результатів окремих спостережень.

Природа і фізична сутність випадкових і систематичних складових похибки вимірювань різна. Однак оцінювання невиключених залишків систематичних похибок і випадкових похибок здійснюються на основі оброблення статистичного матеріалу, що є сукупністю результатів вимірювань.

Для вивчення випадкових похибок використовуються методи теорії ймовірностей та математичної статистики.

69. Навести визначення поняття нерівноточні вимірювання.

Нерівноточними називають такі вимірювання, що виконані відповідно з різними середніми квадратичними похибками, у зв'язку з різною кількістю прийомів, використанням приладів різної точності, різних умов, різної кваліфікації виконавців тощо. Для математичного опрацювання таких вимірів використовують ваги вимірів.

70. Яким геометричним умовам мають відповідати осі та площини теодоліта?

1. Вісь циліндричного рівня аліади горизонтального круга має бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта.

2. Візирна вісь має бути перпендикулярною до осі обертання зорової труби.

3. Вісь обертання зорової труби має бути перпендикулярною до осі обертання теодоліта.

4. Одна з ниток сітки ниток має бути у колімаційній площині.

5. Місце нуля вертикального круга теодоліта має бути постійним.

71. Класифікація теодолітів.

Теодолітом називається прилад, призначений для вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу, відстаней за далекомірними нитками, а також азимутів (румбів) за допомогою накладної бусолі.

Теодоліти розрізняють за конструкцією, точністю, призначенням та іншими ознаками.

За призначенням і сферою використання розрізняють астрономічні, геодезичні, маркшейдерські, автоколімаційні та спеціальні теодоліти.

За конструкцією – прості, повторні, механічні, оптичні, електронні.

Простий теодоліт має тільки закріпний гвинт або пристрій для повороту і закріплення лімба.

Повторний теодоліт конструктивно має незалежне обертання за рахунок закріпних та навідних гвинтів лімба й аліади. Це дає змогу підвищувати точність кутових вимірювань. Сучасні теодоліти мають повторну систему.

Механічні теодоліти мають металеві горизонтальний і вертикальний відлікові круги (лімби), оптичні – скляні лімби; в електронних теодолітах використовують кодові диски як відлікові пристрої.

За стандартом теодоліти позначають літерою Т. Попереду літери Т може бути цифра, яка вказує на модифікацію приладу («покоління»). Число після літери Т вказує на середню квадратичну похибку вимірювання горизонтального кута. Далі йдуть літери, які позначають конструкцію теодоліта:

- 1) К – з компенсатором вертикального круга;
- 2) П – з прямим зображенням зорової труби;
- 3) М – маркшейдерське виконання;
- 4) А – з автоколімаційним окуляром.

Наприклад, теодоліт серії Т30 означає теодоліт з середньою квадратичною похибкою вимірювання кута; 2Т30П – теодоліт другої модифікації, точності з прямим зображенням зорової труби.

За точністю теодоліти поділяють:

- на високоточні Т05, Т1;
- точні Т2, Т5, Т10;
- технічні Т15, Т20, Т30, Т60.

За видом відлікових пристроїв розрізняють верньєрі та оптичні теодоліти. Відлікові пристрої у вигляді верньєром використовуються в теодолітах з металевими колами. Теодоліти зі скляними кутомірними колами і оптичними відліковими пристроями називаються оптичними; в них за допомогою оптичної системи зображення горизонтального і вертикального кіл передаються в полі зору спеціального мікроскопа. У даний час випускаються тільки оптичні теодоліти.

За конструкцією передбаченою ГОСТ 10529 – 96 типи теодолітів поділяються на повторювальні і неповторювальні. У повторювальних теодолітів лімба має закріплювальні і наводить гвинти і може обертатися незалежно від обертання алідади. Неповторювальна система осей передбачена у високоточних теодолітів.

За призначенням розрізняють такі типи теодолітів.

1. Власне теодоліти – призначені для вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу.

2. Тахеометри – призначені для вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу та визначення відстаней за допомогою нитяного далекоміра або оптичними далекомірними насадками, що дозволяє, виконувати з їх допомогою тахеометричного знімання. Усі технічні теодоліти є тахеометрами.

3. Теодоліти спеціального призначення:

астрономічні теодоліти (АУ2"/10", АУ2"/2") – призначені для визначення широти, довготи і азимутів з астрономічних спостережень;

маркшейдерські теодоліти (Т15М, Т30М, 2Т30М);

теодоліт-нівелір (ТН) – має циліндричний рівень при зоровій трубі і може бути використаний для виробництва геометричного нівелювання;

теодоліт проектувальний (ТТП) – має в комплекті накладної рівень, окулярну насадку, далекомірний комплект, бусоль і оптичний центрир, застосовується для будівельних розбивок;

спеціалізовані теодоліти – гіртеодоліти, лазерні теодоліти, кодові теодоліти тощо.

72. Точність високоточних теодолітів.

Високоточні теодоліти Т05 і Т1 використовують для вимірювання кутів у планових державних геодезичних мережах 1-го й 2-го класів, а також як контрольно-вимірювальне обладнання для різних дослідницьких

і високоточних вимірювань, у будівництві й експлуатації особливо відповідальних споруд. Найменша поділка круга лімба 10', ціна поділки відлікової системи 1".

73. Поділ теодолітів за сферою застосування та призначенням.

За призначенням і сферою використання розрізняють астрономічні, геодезичні, маркшейдерські, автоколімаційні та спеціальні теодоліти.

1. Власне теодоліти – призначені для вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу.

2. Тахеометри – призначені для вимірювання горизонтальних кутів і кутів нахилу та визначення відстаней за допомогою нитяного далекоміра або оптичними далекомірними насадками, що дозволяє, виконувати з їх допомогою тахеометричного знімання. Усі технічні теодоліти є тахеометрами.

3. Теодоліти спеціального призначення:

астрономічні теодоліти (АУ2"/10", АУ2"/2") – призначені для визначення широти, довготи і азимутів з астрономічних спостережень;

маркшейдерські теодоліти (Т15М, Т30М, 2Т30М);

теодоліт-нівелір (ТН) – має циліндричний рівень при зоровій трубі і може бути використаний для виробництва геометричного нівелювання;

теодоліт проектувальний (ТТП) – має в комплекті накладної рівень, окулярну насадку, далекомірний комплект, бусоль і оптичний центрир, застосовується для будівельних розбивок;

спеціалізовані теодоліти – гіртеодоліти, лазерні теодоліти, кодові теодоліти тощо.

74. Поділ теодолітів за точністю.

За точністю теодоліти поділяють:

– на високоточні Т05, Т1;

– точні Т2, Т5, Т10;

– технічні Т15, Т20, Т30, Т60.

75. З чого складається зорова труба теодоліта?

Зорова труба має об'єктив, окуляр, фокусуючий гвинт (кремальєру), візир, закріпний гвинт і мікрометричний або навідний гвинт. За допомогою фокусуючого гвинта досягається чітке зображення предмета в

полі зору труби, а за допомогою окуляра – чітке зображення сітки ниток. Візир призначений для швидкого попереднього наведення на точку. Закріпний гвинт закріплює трубу у будь-якому положенні, а мікрометричний гвинт дозволяє повільно і плавно обертати трубу під час точного наведення на потрібну точку (навідний гвинт працює лише у разі закріпленого закріпного гвинта).

76. У яких випадках використовують спосіб кругових прийомів?

Під час вимірювання трьох і більше напрямків з однієї точки використовують спосіб кругових прийомів. Теодоліт встановлюють у робоче положення і вибирають початковий напрямок на точку 1. З відліком близьким до нуля наводять зорову трубу на точку 1, при КЛ, відлічують по горизонтальному кругу і це значення записують у журнал. При цьому користуються закріпленою алідадою і лімб повертають. Далі, закріпивши лімб, послідовно повертають алідаду за годинниковою стрілкою і візують на інші точки і значення цих відліків записують в журнал. Півприйм закінчується наведенням зорової труби на початкову точку 1 і відлічуванням. Порівнявши між собою початковий і кінцевий відліки на початкову точку 1, розпочинають виконання другого півприйому.

Далі переводять трубу через зеніт, наводять на початкову точку 1, виконуючи усі попередні дії. Усі точки у другому півприйомі спостерігають під час обертання алідади проти ходу годинникової стрілки і відліки записують в журнал знизу вверху. Якщо збіжність на початкову точку знаходиться в межах точності, то розпочинають обробку журналу спостережень. Спочатку обчислюють середнє значення відліків під час спостереження на кожену точку при КЛ і КП, опускаючи значення градусів при крузі справа. З двох значень на початкову точку 1 беруть середнє, записують його зверху, і називають приведеним початковим напрямком. Від середнього значення на кожний напрямок віднімають приведений початковий напрямок. Для польового контролю обчислюють подвійну колімаційну похибку $2c$, яку записують для кожного напрямку. Вона має бути постійною та не повинна перевищувати подвійної точності відлікового пристрою.

77. Навести визначення геометричного нівелювання.

Нівелювання – визначення перевищень між точками на місцевості.

За призначенням розрізняють технічне і загальнодержавне нівелювання. За точністю останнє поділяють на 4 класи (I, II, III, IV), за методами вимірювання розрізняють нівелювання: геометричне, тригонометричне, барометричне, гідростатичне й автоматичне.

Нівелювання геометричне – полягає у визначенні перевищень за допомогою горизонтального променя візування з застосуванням нівеліра і рейок.

Нівелювання тригонометричне – полягає у визначенні перевищень за допомогою похилого променя візування. Вимірюються кут нахилу або зенітна відстань візирного променя, похила віддаль, висоти установки приладу і точки візування.

Нівелювання гідростатичне – визначення перевищень виконується приладами, що діють на принципі сполучених посудин.

Нівелювання барометричне – визначення перевищень здійснюється через вимірювання атмосферного тиску у визначених точках земної поверхні з урахуванням температури повітря.

Нівелювання автоматичне – визначення відміток точок і побудова профілю місцевості або рейкових шляхів у гірничих виробках досягається за допомогою нівелірів-автоматів (механічних або електромеханічних).

78. Якими способами може виконуватись геометричне нівелювання?

Геометричне нівелювання виконується двома способами: «з середини» і «вперед» (рис. 18).

Під час нівелювання способом: «з середини» в точках А і В встановлюють вертикально нівелірні рейки, а приблизно посередині між ними – нівелір, який приводять у горизонтальне положення і трубу його наводять спочатку на задню рейку й беруть відлік «задній» (а), потім наводять на передню рейку і беруть відлік «передній» (b). Як видно перевищення (h) буде:

$$h = a - b.$$

Тобто, перевищення під час нівелювання способом «з середини» дорівнює відліку на задню рейку (а) мінус відлік на передню рейку (b).

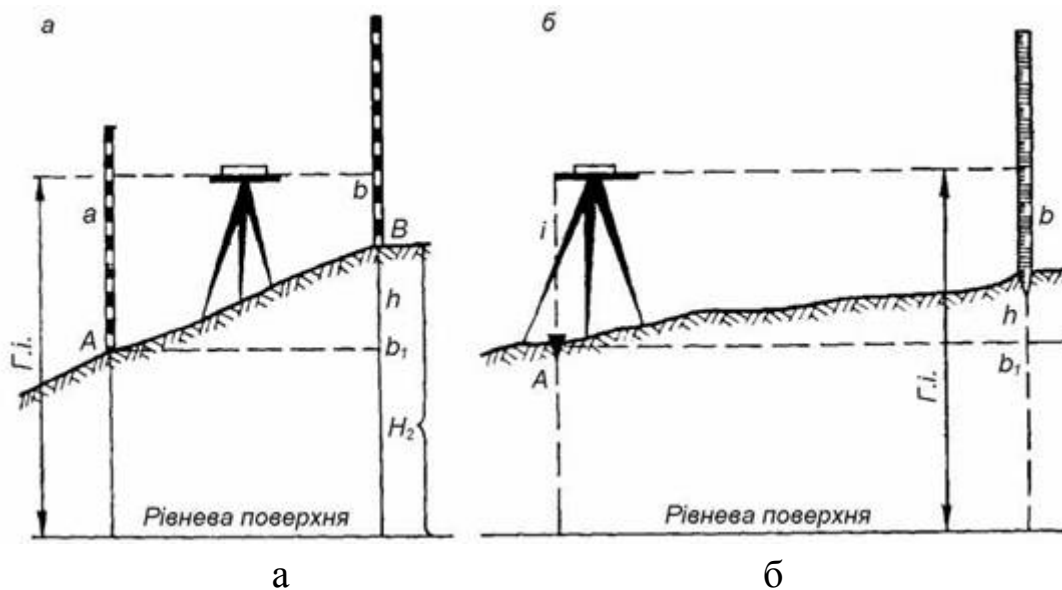


Рис. 18. Схема геометричного нівелювання:
а) способом «з середини»; б) способом «вперед»

Під час нівелювання способом «вперед» нівелір встановлюють на точці А й визначають висоту інструмента i (висота візирної осі нівеліра над точкою А). На точці В встановлюють рейку i , привівши, візирну вісь нівеліра у горизонтальне положення, беруть відлік b по рейці. Як видно з рис. 18, б, перевищення (h) буде:

$$h = i - b$$

Тобто, перевищення під час нівелювання способом «вперед» дорівнює висоті інструмента мінус відлік по рейці.

В обох випадках висота наступної точки (H_B) буде дорівнювати висоті попередньої точки (H_A) плюс перевищення між цими точками:

$$H_B = H_A + h.$$

Перевищення (h) може бути додатнім і від'ємним.

Більш точним вважається нівелювання способом «з середини».

Висоту візирної осі нівеліра (рис. 18) над рівневою поверхнею називають горизонтом інструмента (Г.І.). Вона дорівнює висоті точки плюс відлік по чорній стороні нівелірної рейки, що стоїть на цій точці:

$$\text{Г.І.} = H_A + a = H_B + b.$$

З рис. 18 видно, що: $H_B = \text{Г.І.} - b$.

Тобто, висота точки дорівнює горизонту інструмента мінус відлік по рейці, що стоїть на цій точці.

Через горизонт інструмента зручно обчислювати відмітки (висоти), коли нівелюють із однієї станції кілька точок. Наведені формули є основними формулами геометричного нівелювання.

Станцією називають місце постановки нівеліра у процесі вимірювання. Нівелювання між значно віддаленими точками проводять з кількох станцій, які утворюють нівелірний хід. Таке нівелювання називають послідовним.

Якщо у нівелірному ході послідовно визначити перевищення між точками А і В, В і С, С і D ... К і L, то перевищення між початковою точкою А і кінцевою точкою Ь нівелірного ходу дорівнюватиме сумі всіх перевищень, тобто

$$h_{AL} = h_{AB} + h_{BC} + h_{CD} + \dots + h_{KL}.$$

Нівелірні мережі III і IV класів і технічного нівелювання є висотною основою топографічних зніманих і призначені для вирішення різних інженерних задач. Наприклад, під час складання проектів міжгосподарського і внутрігосподарського землевпорядкування сільськогосподарських підприємств, проектуванні і будівництві доріг, зрошувальних і осушувальних систем тощо.

79. По якому штриху відлічують по рейці у разі технічного нівелювання?

Спостереження на станції виконують у такій послідовності:

1) нівелір приводять у робочий стан за допомогою підйомних гвинтів приводять вісь обертання нівеліра у вертикальне положення – бульбашка круглого рівня повинна бути у нуль-пункті, і добиваються чіткого зображення сітки ниток;

2) наводять трубу на чорний бік задньої рейки, елеваційним гвинтом приводять бульбашку циліндричного рівня у нуль-пункт і відлічують по середній нитці;

3) наводять трубу на чорний бік передньої рейки і виконують ті самі дії, що і в пункті 2;

4) відлічують по середній нитці з червоного боку передньої рейки у разі бульбашки циліндричного рівня в нуль-пункті;

5) наводять трубу на червоний бік задньої рейки і відлічують по середній нитці.

Кожного разу під час наведення на рейку необхідно за допомогою кремальєри наводити чіткість зображення.

Результат вимірювань записують у журнал технічного нівелювання, у якому визначають перевищення між точками та їх висоти.

80. Навести визначення поняття тригонометричне нівелювання.

Тригонометричне нівелювання – це метод визначення різниці висот точок земної поверхні за результатами візування з однієї точки на іншу і вимірювання кута нахилу (v) лінії та горизонтальної відстані (d) між цими точками (рис. 19).

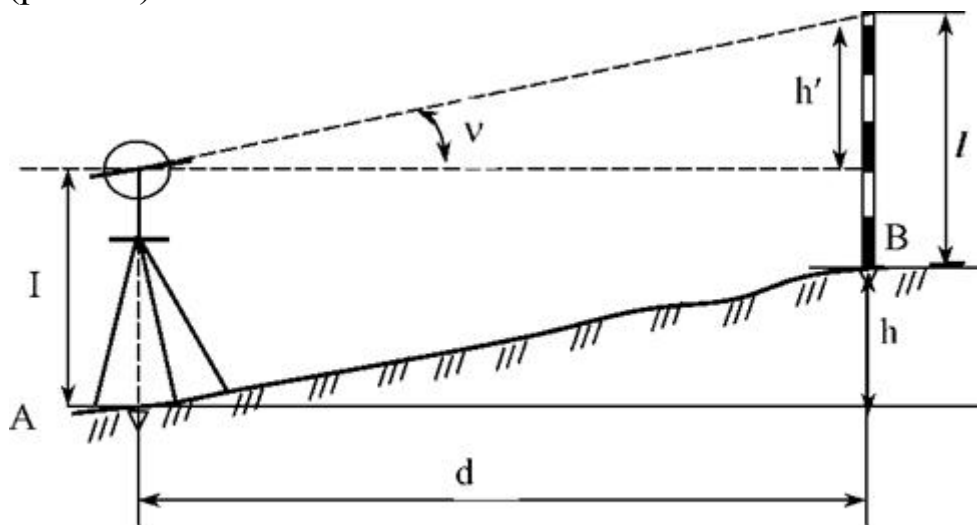


Рис. 19. Сутність тригонометричного нівелювання:

За відомими величинами довжини рейки (l) та вимірюваної величини висоти приладу (I) обчислюють перевищення між точками за формулою тригонометричного нівелювання

$$h = d \operatorname{tg} v + I - l.$$

Якщо візувати на рейку на висоті приладу ($l = I$), то перевищення визначають за скороченою формулою тригонометричного нівелювання

$$h = d \operatorname{tg} v$$

У випадку, коли відстань між точками вимірюють нитковим віддалеміром, перевищення між точками обчислюють за формулою

$$h = 0,5 (k n + c) \sin 2 v + I - l,$$

де k - коефіцієнт ниткового віддалеміра;

n - відлік по рейці;

c - стала віддалеміра.

81. Методи побудови геодезичних мереж.

Система закріплених на місцевості постійними знаками пунктів, для яких визначені з заданою точністю координати X , Y , H створює вихідну геодезичну мережу.

Для зменшення впливу похибок вимірювань на точність визначення координат пунктів геодезичної мережі її створюють «від загального до часткового». Спочатку створюється на території країни рідка мережа пунктів максимально можливої високої точності. Далі така мережа поступово згущується, а точність вимірювань понижується.

За цим принципом в Україні геодезична мережа поділяється на:

- державну геодезичну мережу;
- мережі згущення;
- знімальні мережі.

Геодезична мережа поділяється на планову з визначеними координатами пунктів X , Y , висотну – з визначеними висотами H та планово-висотну – з визначеними координатами X , Y та висотами H .

Планові геодезичні мережі створюють:

Астрономічним способом – полягає в визначенні широти B , довготи L кожного пункту та астрономічного азимута напрямків ліній геодезичної мережі за спостереженнями небесних світил.

Геодезичним способом – за результатами астрономічних спостережень визначають координати деяких (вихідних) пунктів геодезичної мережі. Координати інших пунктів визначають аналітично за результатами вимірювання сторін та кутів геометричних фігур, вершинами яких є закріплені геодезичні пункти.

Супутниковим способом, який полягає у визначенні координат пунктів мережі за результатами спостережень навігаційними системами штучних супутників Землі.

Висотні геодезичні мережі створюються:

- геометричним нівелюванням;
- тригонометричним нівелюванням;
- супутниковим способом.

Традиційними методами побудови планових геодезичних мереж є:

Метод триангуляції. На місцевості постійними знаками закріплюються пункти так, щоб утворювались трикутники (рис. 20). Якщо відомі або

задані координати вихідного пункту А і вихідний дирекційний кут α_{AB} , довжина b вихідної сторони АВ і виміряні кути трикутника А, В, С (рис. 20), то за теоремою синусів можна визначити всі сторони трикутника. Від вихідного дирекційного кута α_{AB} можна обчислити дирекційні кути сторін АС і ВС, а за прямою геодезичною задачею обчислити координати Х, Y пункту С.

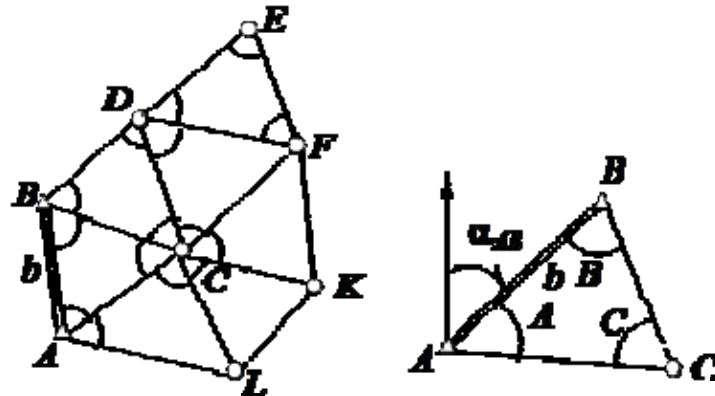


Рис. 20. Метод триангуляції

Метод трилатерації. На місцевості утворюється система трикутників з закріпленими пунктами. Вимірюються тільки довжини усіх сторін. За теоремою косинусів обчислюють кути всіх трикутників. Як і в мережі триангуляції за прямою геодезичною задачею обчислюють координати Х, Y усіх пунктів мережі трилатерації від вихідних астрономічних пунктів.

Метод полігонометрії. Між закріпленими на місцевості пунктами створюють ламані ходи (рис. 21).

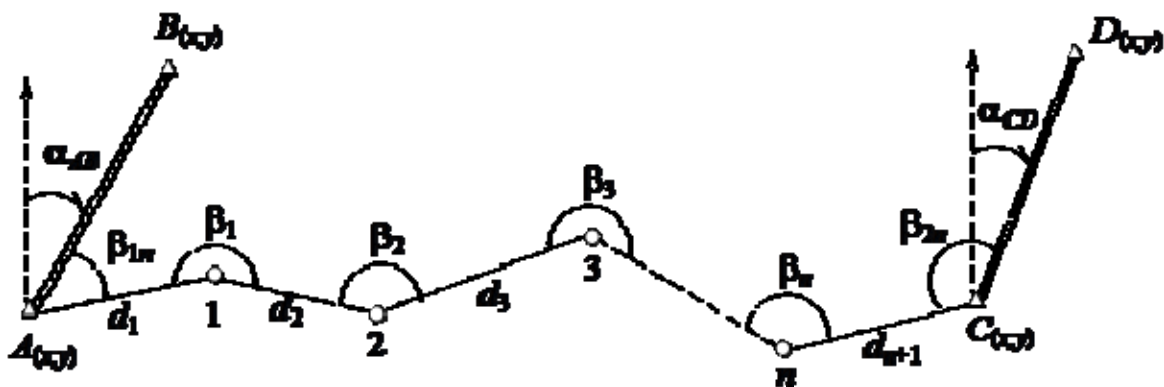


Рис. 21. Метод полігонометрії

Хід опирається на вихідні пункти А, В та С, D з відомими координатами пунктів Х, Y та дирекційними кутами сторін α_{AB} та α_{CD} . На місцевості вимірюють горизонтальні кути, що примикають до вихідних

сторін β_{1n} та β_{2n} і горизонтальні кути між лініями ходу $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ та горизонтальні прокладання ліній d_1, d_2, \dots, d_{n+1} . Це дозволяє обчислити дирекційні кути усіх ліній та координати усіх точок.

Під час створення державних геодезичних мереж та мереж згущення такі ламані лінії називають ходами полігонометрії, а в знімальних мережах – теодолітними ходами.

Традиційними методами побудови висотних мереж є:

Метод геометричного нівелювання, коли між закріпленими ґрунтовими реперами та настінними марками і реперами прокладають ходи геометричного нівелювання та визначають між ними перевищення. Ходи опираються на вихідні пункти з відомими позначками висот.

Метод тригонометричного нівелювання, якщо перевищення між закріпленими реперами і марками вимірюють тригонометричним нівелюванням. Використання сучасних високоточних електронних тахеометрів і електронних теодолітів з світловіддалемірами дозволяє створювати точні висотні геодезичні мережі.

Найбільш сучасним способом визначення координат пунктів геодезичних мереж є супутниковий – за допомогою супутникових навігаційних систем. Визначення координат пунктів здійснюється за двома супутниковими радіонавігаційними системами:

- GPS (Global Position System) – глобальна система визначення місцеположення (США);
- ГЛОНАСС – Глобальна навігаційна супутникова система розроблена в СРСР і підтримується Росією.

Європейські держави розробляють навігаційну супутникову систему «Галілео» за участю і українських вчених. Система «Галілео» буде більш сучасною і забезпечувати більш високу точність визначення координат пунктів.

В системі GPS в 6-ти орбітальних площинах обертається по 4 супутника (рис. 22, б), в системі ГЛОНАСС – в трьох площинах по 8 супутників (рис. 22, а) практично по коловим орбітам на відстані 26600 км від центру Землі.

Така кількість та розміщення супутників забезпечує прийом сигналів як мінімум від чотирьох супутників у будь-якій частині Землі.

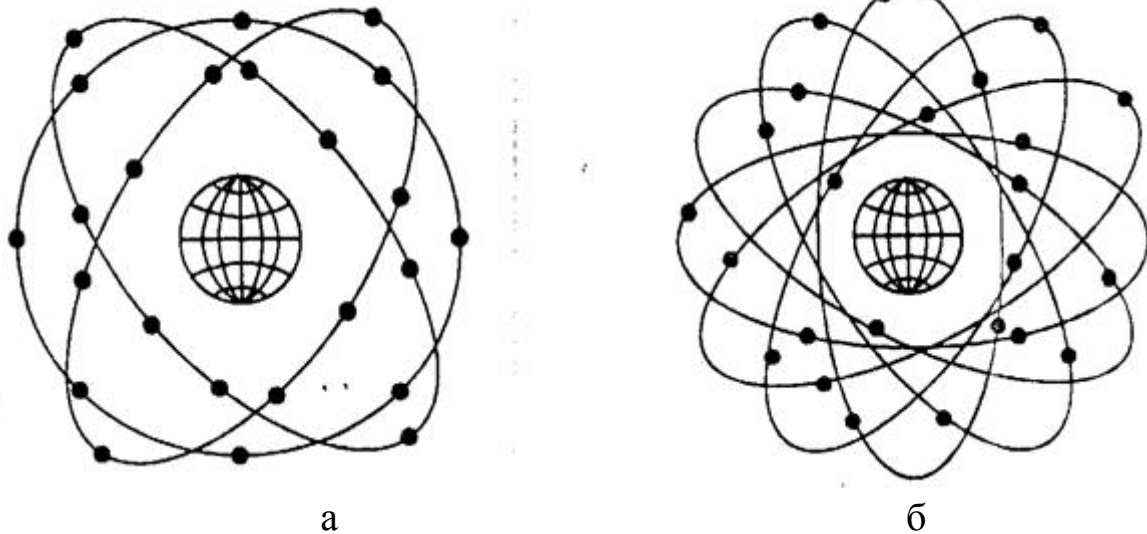


Рис. 22. Супутникові навігаційні системи ГЛОНАСС (а) і NAVSTAR GPS (б)

Супутниковими навігаційними системами координати точок спостережень визначають двома способами:

- абсолютним – коли одним приймачем визначаються координати антени приймача в єдиній навігаційній системі;
- відносний або диференційний – із спостереження одночасно двох приймачів на той самий момент часу по одноковому сузір'ю супутників визначають проекції на осі геоцентричної системи координат базової лінії між ними – S та кут її напрямку (рис. 23).

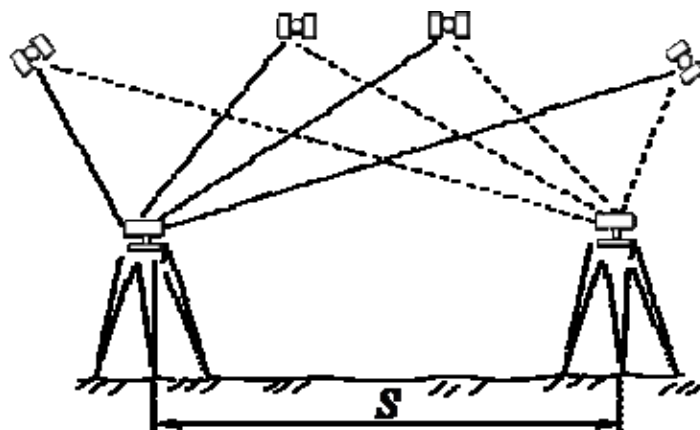


Рис. 23. Схема відносних визначень

Під час геодезичних вимірювань використовують одно- та двочастотні приймачі. Більш високу точність та ефективність вимірювань забезпечують двочастотні приймачі.

Точність абсолютного методу складає 3 – 5 м, що недостатньо для геодезичних цілей.

Супутникові методи визначень місцеположення точок земної поверхні використовують під час побудови геодезичних мереж, геодезичних знімальних роботах, розмічуванні крупних інженерних споруд, спостереженні рухів земної поверхні тощо.

Астрономо-геодезична мережа (АГМ) 1 класу складається із рівномірно розміщених пунктів через 50-150 км.

Геодезична мережа 2 класу будується за однаковою точністю просторової геодезичної мережі із рівномірно розміщених пунктів існуючої геодезичної мережі 1 та 2 класів і нових пунктів.

Геодезична мережа згущення 3 класу забезпечує щільність пунктів до 2-10 км і створюється супутниковим методом, триангуляції, полігонометрії та трилатерації.

Висотна державна геодезична мережа України побудова згідно з Основними положеннями про державну мережу СРСР 1961 р. і складається з нівелірних мереж I, II, III, IV класів, створених методом геометричного нівелювання.

Для збільшення кількості пунктів опорної геодезичної мережі на вказаних територіях проводять згущення існуючих пунктів планової та висотної мережі шляхом побудови мереж згущення.

Планові геодезичні мережі згущення розвивають супутниковим методом, методами триангуляції, трилатерації та полігонометрії. Їх поділяють за точністю та методикою вимірювань на 1-й і 2-й розряди.

Висотні мережі згущення створюються шляхом прокладання ходів нівелювання IV класу або технічного нівелювання по всім пунктам планової мережі згущення, включаючи і пункти самостійних або вільних мереж згущення, з спиранням (прив'язкою) до реперів та марок висотної державної геодезичної мережі.

Знімальна геодезична мережа створюється для подальшого згущення пунктів планової та висотної державної геодезичної мережі та мережі згущення безпосередньо для виконання топографічних зніманий місцевості

та під час розв'язання інженерно-геодезичних задач у разі зведення інженерних споруд.

Щільність пунктів знімальної мережі залежить від технології, масштабу знімання та рельєфу земної поверхні під час виконання знімальних робіт, від технології інженерно-геодезичних робіт у разі зведення споруд.

Пункти знімальної основи визначаються супутниковим методом, методом тріангуляції, теодолітними ходами, прямими, оберненими та комбінованими геодезичними засічками від пунктів вищих класів та розрядів.

Висоти всіх пунктів знімальної основи визначають ходами технічного геометричного або тригонометричного нівелювання з середньою квадратичною похибкою $m_h = \pm 50$ мм на 1 км ходу.

82. Навести визначення тріангуляції.

На місцевості постійними знаками закріплюються пункти так, щоб утворювались трикутники (рис. 20). Якщо відомі або задані координати вихідного пункту А і вихідний дирекційний кут α_{AB} , довжина b вихідної сторони АВ і виміряні кути трикутника А, В, С (рис. 20), то за теоремою синусів можна визначити всі сторони трикутника. Від вихідного дирекційного кута α_{AB} можна обчислити дирекційні кути сторін АС і ВС, а за прямою геодезичною задачею обчислити координати Х, У пункту С.

83. Навести визначення трилатерації.

На місцевості утворюється система трикутників з закріпленими пунктами. Вимірюються тільки довжини усіх сторін. За теоремою косинусів обчислюють кути всіх трикутників. Як і в мережі тріангуляції за прямою геодезичною задачею обчислюють координати Х, У усіх пунктів мережі трилатерації від вихідних астрономічних пунктів.

84. Навести визначення полігонометрії.

Між закріпленими на місцевості пунктами створюють ламані ходи (рис. 21). Хід опирається на вихідні пункти А, В та С, D з відомими координатами пунктів Х, У та дирекційними кутами сторін α_{AB} та α_{CD} . На місцевості вимірюють горизонтальні кути, що примикають до вихідних сторін β_{1n} та β_{2n} і горизонтальні кути між лініями ходу $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ та

горизонтальні прокладання ліній d_1, d_2, \dots, d_{n+1} . Це дозволяє обчислити дирекційні кути усіх ліній та координати усіх точок.

85. Що є головною геодезичною основою для топографічних знімальних?

Геодезичною основою топографічних знімальних є пункти державних та знімальних геодезичних мереж. Знімальна геодезична мережа будується з метою згущення геодезичної планової та висотної основи до щільності, що забезпечує виконання топографічного знімання. Кількість точок знімальної основи для незабудованої території залежить від масштабу знімання:

| Масштаб знімання | Кількість точок на 1 км ² |
|------------------|--------------------------------------|
| 1 : 5000 | Не менше 4 |
| 1 : 2000 | 12 |
| 1 : 1000 | 16 |

На забудованій території кількість точок знімальної основи визначається в період рекогносцирування.

Знімальна мережа розвивається від пунктів державних геодезичних мереж, геодезичних мереж згущення 1-го та 2-го розрядів. Пункти знімальної мережі визначають супутниковим методом, побудовою триангуляційних мереж, прокладенням теодолітних ходів, прямими, оберненими та комбінованими засічками. Під час побудови знімальної мережі одночасно визначають положення точок у плані та по висоті. Висоти точок знімальної основи визначають геометричним або тригонометричним нівелюванням. Допустимі довжини теодолітних ходів між вихідними пунктами залежать від масштабу знімання, граничної відносної похибки та точності мірного приладу.

Вид планової та висотної опорної геодезичної мережі вибирають залежно від площі знімання. До знімання територій площею, більшою 5 км², планова геодезична мережа будується методами триангуляції, трилатерації та полігонометрії 4 класу і вище, також геодезичних мереж згущення 1-го та 2-го розрядів. Геодезичні мережі 1-го та 2-го розрядів є плановою основою на площі 2,5...5 км². Під час знімання площі 1...2,5 км² будують геодезичні мережі 2-го розряду. На площі, яка менше 1 км², плановою основою є теодолітні ходи або мікротриангуляція. Висотною основою на площі більше 10 км² є мережі нівелювання II, III та IV класів.

Для території площею 1...10 км² висотною основою є нівелювання IV класу, а менше 1 км² – технічне нівелювання.

Обсяг, зміст і вартість робіт геодезичних вишукувань визначаються масштабом знімання, обумовленим масштабоутворюючими факторами. До них належать: повнота зображення, яка залежить від мінімального розміру поданого на плані елементу місцевості, детальності зображення, яка визначається докладністю відображення на плані топографічних елементів або допустимих похибок у зображенні абрисів ситуаційних контурів і форм рельєфу; точність зображення, яка виражається похибкою у взаємному розташуванні точок місцевості на плані та по висоті. Крім того, масштаб повинен враховувати призначення знімання, розміри ділянки та стадію проектування.

Висота перерізу рельєфу, залежить від масштабу знімання, характеру рельєфу місцевості, призначення, потрібної точності площ.

| Рельєф ділянок знімання | Масштаб знімання | | | |
|-----------------------------------|------------------|-----------|--------|-------|
| | 1:5 000 | 1:2 000 | 1:1000 | 1:500 |
| Рівнинний, з кутами нахилу до 2° | 0,5; 1 | 0,5; 1 | 0,5 | 0,5 |
| Горбистий, з кутами нахилу до 4° | 1; 2 | 0,5; 1; 2 | 0,5 | 0,5 |
| Пересічний, з кутами нахилу до 6° | 2; 5 | 1; 2 | 0,5; 1 | 0,5 |
| Гірський та передгірний | 2; 5 | 2 | 1 | 1 |

Під час інженерно-геодезичних вишукувань залежно від характеру рельєфу місцевості встановлюють відповідно до масштабу знімання висоту перерізу:

В окремих випадках для складання планів ділянок промислових підприємств і вулиць міст з густою мережею підземних комунікацій виконують топографічні знімання в масштабі 1:100 з висотою перерізу рельєфу 0,5 і 0,25 м.

Остаточний вибір масштабу топографічного знімання та висоти перерізу рельєфу виконують із врахуванням призначення плану, типів споруд, густоти інженерних комунікацій, характеру забудови, благоустрою територій, природних умов району та характеристики рельєфу.

86. Чому дорівнює теоретична сума вимірних кутів в зімкненому теодолітному ході?

Теоретична сума кутів теодолітного полігону дорівнює:

$$\sum_{i=1}^n \beta_{\text{теод.}} = 180^\circ(n-2)$$

де n – кількість кутів теодолітного полігону.

87. Що таке теодолітний хід?

Теодолітним ходом називають деяку сукупність точок, розташованих і закріплених на місцевості так, щоб забезпечити послідовне (від точки до точки) вимірювання відстаней між ними (сторін ходу) та кутів, утворених цими сторонами.

Довжина сторони ходу не повинна перевищувати 350 м і бути меншою 20 м.

Під час прокладання теодолітних ходів виконуються такі роботи:

- підбір планово-картографічних матеріалів;
- виписування з каталогів координат вихідних пунктів, між якими проектується прокладання ходу;
- складання графічних проектів прокладання ходів;
- вибір і перевірка інструментів;
- організація польових робіт;
- обстеження місцевості, де планується прокладання ходу;
- вибір місць установаження точок та їх закріплення;
- пошук вихідних пунктів, між якими прокладається хід;
- установаження віх на пунктах, де втрачені зовнішні знаки;
- розчищення ліній ходу (без рубки просік);
- вимірювання кутів і ліній;
- ведення польового журналу;
- контрольні обчислення;
- обчислення координат;
- виправлення виявлених недоліків;
- складання звіту.

Теодолітні ходи проектують на наявних планах та картах крупного масштабу у вигляді розімкнених ходів, зімкнених ходів (полігонів), систем полігонів та ходів з вузловими точками (рис. 24).

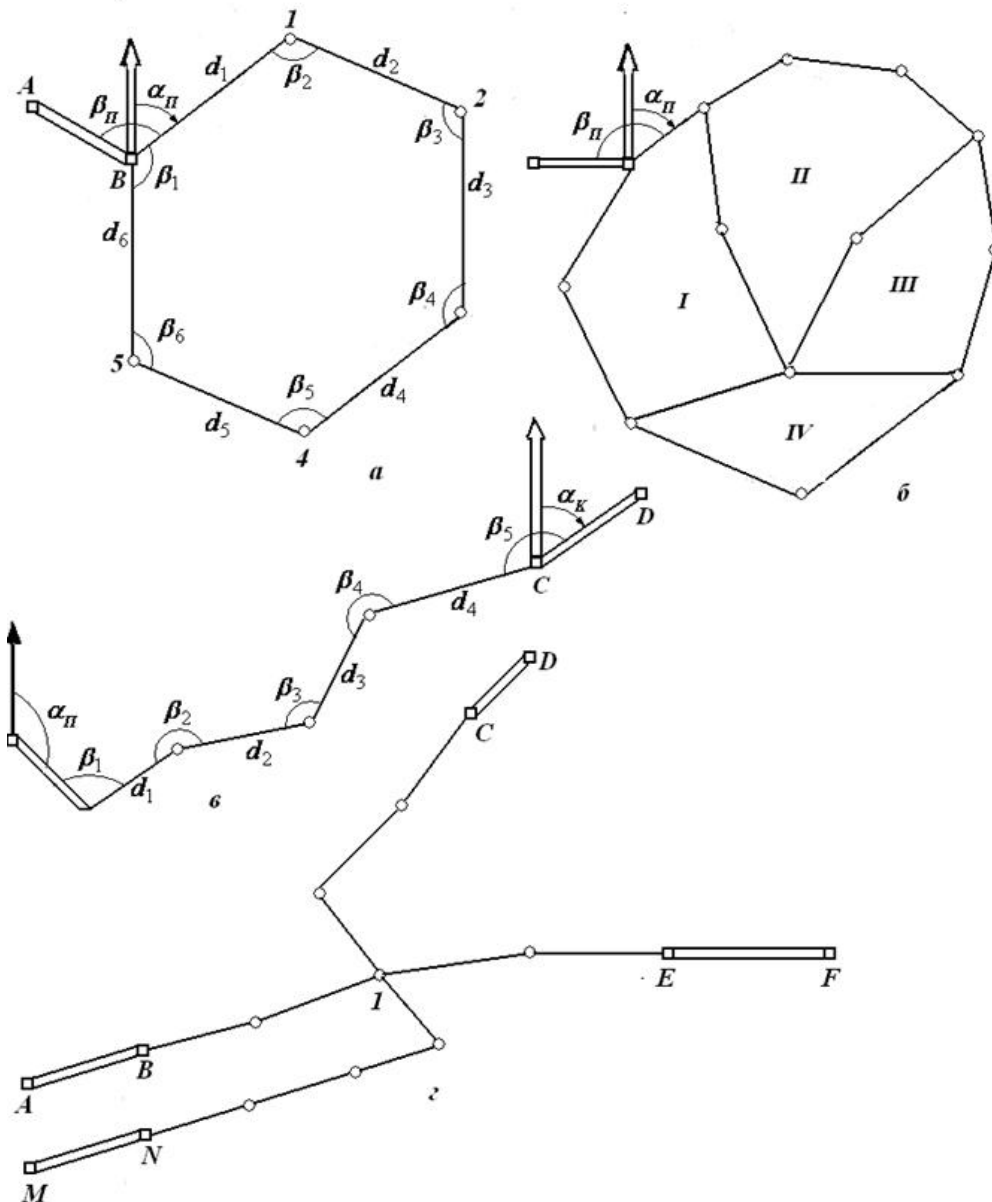


Рис. 24. Види теодолітних ходів:

a – зімкнений полігон; *б* – система ходів; *в* – розімкнений хід;
г – система ходів з вузловою точкою 1

Під час проектування ходів дотримуються таких вимог.

1. Розміщення теодолітних ходів повинне відповідати їх призначенню. Так, під час знімання площинних територій точки розміщують рівномірно по всій площі.

Під час вишукування доріг, каналів, ліній електропередач, нафтогазових магістралей тощо проектують магістральні розімкнені ходи приблизно по осі споруд. У разі річкових вишукувань – вздовж берегів рік, у землеустрої – по межах ділянок тощо.

2. Точки теодолітних ходів повинні розміщуватись у місцях, зручних для виконання знімальних або розмічувальних робіт, мати можливість знімання з точок і ліній усіх предметів і контурів місцевості.

3. Дотримання прямолінійності ходів і, за можливості, рівності довжини ліній у межах 40 – 350 м. Зручна прив'язка ходів до вихідних пунктів опорних геодезичних мереж та мереж згущення.

4. Взаємна видимість між точками та сприятливі умови для вимірювання кутів і ліній.

Складений проект уточнюють шляхом рекогносцирування місцевості. За результатами рекогносцирування остаточно уточнюють положення точок на місцевості, закріплюють їх тимчасовими знаками і складають схему ходів та їх прив'язування до вихідних пунктів опорних геодезичних мереж.

Проектування теодолітних ходів може виконуватись безпосередньо у процесі рекогносцирування місцевості.

Вимірювання горизонтальних кутів на точках теодолітних ходів виконується одним повним прийомом, теодолітом типу Т30 з точністю до 1'. У вузлових точках кути вимірюють способом кругових прийомів.

Якщо точки теодолітного ходу проектуються як і точки висотної знімальної основи, то одночасно з горизонтальними кутами одним прийомом за допомогою теодоліта вимірюють кути нахилу кожної лінії.

Вимірювання ліній у теодолітних ходах виконується електронними тахеометрами, рулетками або віддалемірами у прямому та зворотному напрямках або два рази в одному напрямку.

Перед початком вимірювань точки теодолітного ходу закріплюють на місцевості. Під час вибору місцеположення точок керуються зручністю подальшого використання їх та забезпеченням довгострокового збереження. Закріплюють точки тимчасовими або постійними геодезичними знаками. За тимчасові знаки беруть дерев'яні стовпи і кілки, металічні костилі та труби. Центри знаків маркують фарбою або цвяхами. Тимчасові знаки використовують на невеликих ділянках, а також тоді, коли немає необхідності у тривалому їх зберіганні. Довговічні точки закріплюють залізобетонними пілонами, трубами, дерев'яними стовпами, встановленими на бетонний моноліт, та обкопують рівчачками встановленої форми.

88. З якою точністю центрують теодоліт під час прокладання теодолітного ходу?

Для встановлення центру лімба горизонтального круга над центром точки місцевості використовують нитковий висок, механічний та оптичний центрири.

Найпростішим пристроєм для центрування є нитковий висок, який складається із міцної нитки і металевого тягаря. Один кінець нитки прив'язують до гачка прикріпленого до станового гвинта, а другий до тягаря, гострий кінець якого центрують над центром точки закріпленої на місцевості. Центрування тягаря над точкою відбувається за допомогою пересування підставки теодоліту на головці штативу, яку пересувають після дещо відкрученого станового гвинта. Точність такого центрування становить 0,5 см.

У разі сильного вітру нитковим виском користуватися не зручно. У таких випадках доцільно користуватися механічним виском. Він складається із розсувної (телескопічної) трубки і круглого рівня. Для встановлення центра лімба в центр точки місцевості, необхідно верхній кінець механічного центрира прикріпити до станового гвинта, а нижній встановити гострим кінцем в центр точки місцевості. Після цього дещо відкручують станований гвинт і пересувають підставку разом з приладом на головці штатива так, щоб бульбашка круглого рівня механічного виска була на середині. Точність такого центрування становить 1 см.

Оптичний центрир складається з призми, яка повертає промінь на 90° , кремальєри, прозорі пластинки, на якій нанесена сітка ниток, окуляра, фокусної лінзи, об'єктива. Середня квадратична похибка такого центрування становить до 1 мм.

89. Навести визначення теодолітного знімання.

Теодолітне знімання є методом отримання горизонтального контурного плану місцевості без побудови рельєфу. Знімальною основою є теодолітні ходи.

90. Навести визначення тахеометричного знімання.

Тахеометричне знімання полягає в одночасному визначенні планового і висотного положення точок місцевості, тобто в обчисленні їх координат: напрямку, віддалі й перевищення. За даними тахеометричного

знімання складаються у великому масштабі топографічні плани місцевості із зображенням рельєфу горизонталями. Тахеометричне знімання застосовується під час геологорозвідки, будівництві гірничих підприємств, доріг, трубопроводів, промислових і цивільних споруд.

Тахеометричне знімання виконується для створення планів невеликих ділянок місцевості у великих масштабах (1:500 – 1:5000) або у поєднанні з іншими видами робіт, коли виконання аеротопографічного знімання економічно недоцільно або технічно утруднено. Його застосування особливо вигідне для знімання вузьких смуг місцевості під час трасування лінійних споруд (залізниць, автомобільних доріг, ліній електропередач, трубопроводів та інших протяжних об'єктів).

91. Навести визначення топографічне знімання.

Топографічне знімання – сукупність робіт зі створення топографічних карт або планів місцевості за допомогою вимірювань відстаней, висот, кутів тощо за допомогою різних інструментів (наземне знімання), а також отримання зображень земної поверхні з літальних апаратів (аерофотознімання, космічне знімання).

Наземні знімання є планові, висотні та комбіновані. У разі планової виходить топографічна карта, але без урахування рельєфу, тобто тільки ситуація (сукупність об'єктів місцевості). Висотне знімання відображає характеристики рельєфу. Комбіноване знімання є поєднанням висотного і планового знімань.

Топографічне знімання, особливо великих масштабів, є важливим видом геодезичних робіт. Необхідність у тахеометричному зніманні може виникнути під час створення та оновлення топографічних карт, складанні генпланів, складання робочих креслень, для вирішення вертикального планування та проектуванні ландшафтного дизайну. На основі топографічного знімання можна побудувати цифрову модель місцевості.

92. Навести визначення поняття УСК-2000.

Державна геодезична референсна система УСК-2000 створена шляхом фіксації системи ITRS (реалізація ITRF2000) за параметрами масштабу, фіксованого зсуву початку системи координат і орієнтації системи на епоху 2005 р. За поверхню відліку системи координат УСК-2000 прийнятий референц-еліпсоїд Красовського.

Державна геодезична референсна система координат УСК-2000 прийнята для проведення топографо-геодезичних і картографічних робіт на території України постановою Кабінету Міністрів України «Деякі питання використання геодезичної системи координат» від 22.08.2004 № 1259. Система УСК-2000 змодельована щодо системи ITRS / ITRF2000 за умов:

- масштаб референсної системи дорівнює масштабу системи ITRS / ITRF2000;
- осі координат референсної системи паралельні осям координат системи ITRS / ITRF2000;
- центр референсної системи координат сполучений із центром референц-еліпсоїда, що забезпечує оптимальне відхилення його поверхні від реальної поверхні Землі на території України і мінімізує поправки за висоти квазігеоїда й ухилення прямовисних ліній.

Система УСК-2000 отримана в результаті спільного вирівнювання координат постійно діючих станцій і періодично діючих пунктів УПМ ГНСС і ГГС 1-4 класів на епоху 2005 р. Система УСК-2000 закріплена пунктами Державної геодезичної мережі.

Положення пунктів у системі координат визначаються:

- просторовими прямокутними координатами X , Y , Z (вісь Z збігається з віссю обертання еліпсоїда, вісь X лежить у площині нульового меридіана, а вісь Y доповнює систему до правої. Початком системи координат є геометричний центр еліпсоїда);
- геодезичними (еліпсоїдальними) координатами: широтою – B , довготою – L , висотою – H ;
- плоскими прямокутними координатами x та y , які обчислюються в проекції Гаусса – Крюгера.

Геодезична висота H утворюється як сума нормальної висоти і висоти квазігеоїда над еліпсоїдом Красовського. Нормальні висоти геодезичних пунктів визначаються в Балтійській системі висот 1977 р., а висоти квазігеоїда обчислюються над еліпсоїдом Красовського.

Загальноземний еліпсоїд – це еліпсоїд, який найкраще узгоджується з поверхнею геоїда в цілому. Він повинен бути орієнтований у тілі Землі відповідно до таких вимог:

- мала піввісь повинна збігатись з віссю обертання Землі;

- центр еліпсоїда повинен збігатись з центром мас Землі;
- висоти геоїда над еліпсоїдом (так звані аномалії висот) повинні задовольняти умову найменших квадратів.

Максимальний плановий зсув координат в системі УСК-2000 відносно СК-42 не перевищує 3 м. Ця обставина дозволила залишити без змін картографічний матеріал масштабів 1:10000 і дрібніше.

Координатною основою під час здійснення робіт із землеустрою є Державна геодезична референсна система координат УСК-2000. Вона встановлюється за умови паралельності її осей просторовим осям системи ITRS. За поверхню відліку в системі координат УСК-2000 береться референц-еліпсоїд Красовського.

Система координат УСК-2000 має однозначний геодезичний зв'язок із системою ITRS/ITRF2000.

Нормальні висоти геодезичних пунктів визначаються в Балтійській системі висот 1977 р., вихідним початком якої є нуль Кронштадтського футштока.

Система координат УСК-2000 на місцевості закріплена пунктами ДГМ.

Геодезичною основою під час здійснення робіт із землеустрою є:

- пункти ДГМ 1-3 класів;
- пункти геодезичних мереж згущення (далі – ГМЗ) 4 класу, 1 та 2 розрядів;
- пункти знімальної геодезичної мережі.

Координати пунктів ДГМ, ГМЗ та поворотних точок меж геопросторових об'єктів визначаються:

- геодезичними (еліпсоїдальними) координатами – широта (В), довгота (L), висота (Н);
- прямокутними координатами (x, y) в проекції Гаусса – Крюгера в системі координат УСК-2000 або місцевих системах координат, що однозначно зв'язані із системою координат УСК-2000.

93. Навести визначення поняття Державна геодезична мережа.

Державна геодезична мережа України – це сукупність пунктів мережі, рівномірно розміщених на території України і закріплених на місцевості

спеціальними центрами, які забезпечують їх збереження та стійкість у плані та за висотою протягом тривалого часу.

Згідно з пунктами 10 – 13 Порядку побудови Державної геодезичної мережі, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 07.08.2013 № 646, складовими ДГМ є:

- Українська постійно діюча мережа спостережень ГНСС (УПМ ГНСС);
- геодезична (планова) мережа 1, 2 і 3 класів;
- нівелірна (висотна) мережа I, II, III і IV класів;
- гравіметрична фундаментальна мережа та мережа 1 класу.

94. Що таке моніторинг геодезичних пунктів?

Моніторинг геодезичних пунктів – система спостереження за станом схоронності геодезичних пунктів з метою аналізу стійкості їх просторового положення у часі для встановлення можливості використання таких пунктів як геодезичної основи.

95. Навести визначення поняття геодезична мережа згущення.

Геодезична мережа згущення – геодезична мережа, створена як розвиток мереж більш високого класу. Геодезичні мережі згущення розвиваються на основі пунктів ДГМ шляхом переходу від загального до часткового (від вищого розряду до нижчого), збільшуючи щільність пунктів геодезичної мережі для створення можливості виконання знімачів у великих масштабах і безпосереднього вирішення маркшейдерських задач. У разі відсутності пунктів державної геодезичної мережі, якщо площа знімання в масштабі 1:5000 не перевищує 500 км² або в масштабі 1:2000 не перевищує 100 км², можна обмежитися створенням самостійної мережі згущення, що розвивається супутниковим методом і методами триангуляції, трилатерації, полігонометрії. ГМЗ (мережі місцевого значення) поділяються на триангуляції 1-го і 2-го розрядів (по класифікації 1962 р. – аналітичні мережі 1-го і 2-го розрядів), трилатерації і полігонометрії 1-го і 2-го розрядів. Початковими пунктами для розвитку мереж згущення 1-го розряду беруть пункти ДГМ 1-4-го класів, а мереж 2-го розряду – пункти державної геодезичної мережі і мереж згущення 1-го

розряду. ГМЗ побудована для виробництва топографічного знімання, називається знімальною геодезичною мережею.

96. Принцип роботи супутникових радіонавігаційних систем.

На сьогоднішня існує дві діючі супутникові радіонавігаційні системи – система NAVSTAR (США) та ГЛОНАСС (Росія). Крім того, Європейське співтовариство створює свою навігаційну систему GALLILEO, а Китай – Compass.

Глобальна система визначення місцеположення (GPS) NAVSTAR є всепогодною космічною системою, яка розвивається Міністерством оборони США для неперервного забезпечення збройних сил, розташованих у будь-якому місці на Землі або поблизу неї, високоточними даними про їх положення, швидкість та час у єдиній системі відліку. Використання системи не залежить ні від погодних умов, ні від пори року, ні від часу доби. Обмеження використання СРНС можуть виникнути лише у разі перекривання частини небосхилу перешкодою (зникненню прямої видимості супутника). Таке саме визначення можна навести і системі ГЛОНАСС, оскільки вона конструктивно ідентична до системи GPS NAVSTAR (далі GPS). Єдиною відмінністю є те, що власником ГЛОНАСС є Міністерство оборони Російської Федерації.

У даний час обидві системи повністю відкриті для цивільного користувача. Супутникові радіонавігаційні системи мають дуже великі можливості і широке використання: морська та повітряна навігація, сухопутний транспорт, геодезичні вимірювання, картографія, екологічний, промисловий і сільськогосподарський моніторинг, всесвітня служба точного часу тощо. Перевагами СРНС є можливість їх цілодобового використання в будь-якій точці поверхні Землі чи навколишнього простору, їх усепогодність та доступність.

СРНС GPS з 1983 р. почала активно використовуватись цивільними користувачами навіть не дивлячись на те, що повністю розгорнута вона була лише в 1995 р. Першого травня 2000 р. указом президента США GPS була повністю відкрита для цивільних користувачів. Це призвело до різкого збільшення кількості цивільних користувачів, особливо під час використання приймачів в геодезичному і топографічному зніманні.

Російська супутникова навігаційна система ГЛОНАСС також розроблена Міністерством оборони колишнього СРСР. Впроваджена для

використання з 1990 р., проте вона повністю ще не розгорнута. ГЛОНАСС також повністю відкрита для цивільного користувача

Визначення координат приймачем засновано на динамічній просторовій засічці під час отримання ним сигналів від щонайменше чотирьох супутників. При цьому GPS-приймач дозволяє визначити координати об'єкта, швидкість його руху і точний час.

Для використання динамічної просторової засічки необхідно постійно знати координати супутників. Радіопередавачі ШСЗ неперервно передають сигнали в напрямку Землі. Ці сигнали несуть інформацію про миттєві координати супутників і час виходу сигналу із системи супутника. Сигнали, надіслані від різних супутників одночасно, приймаються відповідними приймачами, що розташовані на земній поверхні у точках із шуканими координатами. Приймачі фіксують час приходу сигналу на антену приймача і, використовуючи швидкість поширення радіосигналу у просторі, визначають миттєву віддаль до супутника. Знайшовши одночасні миттєві віддалі до чотирьох супутників і використовуючи їх миттєві координати, розв'язується пряма просторова засічка, з якої знаходять геоцентричні координати пункту спостереження і точний час.

Системи GPS і ГЛОНАСС мають подібну архітектуру та принципи дії і складаються з 3 сегментів (рис. 25):

1. Космічного сегменту, який складається з штучних супутників Землі, що передають радіосигнали на Землю.
2. Контрольного сегменту, який стежить за функціонуванням всієї системи.
3. Сегменту користувача, який включає приймачі різних типів.

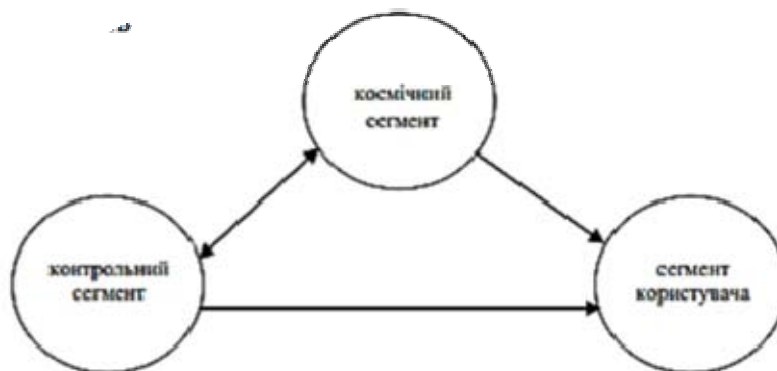


Рис. 25. Взаємозв'язок між сегментами СРНС

Кожен із сегментів виконує дуже важливі функції і чітка робота СРНС можлива лише у разі правильної роботи і взаємодії всіх сегментів.

Космічний сегмент СРНС – це вся сукупність ШСЗ.

В системі GPS космічний сегмент GPS являє собою систему з 24 ШСЗ, розподілених по шести майже колових орбітах (з ексцентриситетом $f < 0,01$) з висотою біля 20200 км. Існують п'ять класів супутників GPS: Block I, Block II, Block IIIA, Block IIIR, Block IIF. Середня кутова відстань між вузлами орбіт супутників 60° , нахил орбіт до площини екватора 55° . ШСЗ обертаються навколо Землі як одне ціле, не змінюючи своїх взаємних положень. Період обертання супутників близько 12 годин.

Проектний космічний сегмент системи ГЛОНАСС складається з 24 супутників, що рухаються на 3 орбітах.

Кожен супутник системи GPS випромінює радіосигнали на робочих частотах $L1 = 1575,42$ МГц і $L2 = 1227,60$ МГц. Сигнал на частоті $L1$ модульовано P, C/A кодами, а на частоті $L2$ – виключно P-кодом.

Код вільного доступу C/A (Coarse Acquisition) має частоту проходження імпульсів 1,023 МГц і період повторення 0,001 сек. Точність автономних вимірів відстаней від приймача до супутника за допомогою цього коду є невисокою.

У системі GPS для покращення роботи в умовах міської забудови (за наявності значної кількості перешкод) було вирішено збільшити кількість супутників до 36 – на даний час на орбіті присутні 31 робочий супутник.

Захищений код P (Protected) характеризується частотою проходження імпульсів 10,23 МГц і періодом повторення 7 діб. Американське оборонне відомство вжило заходів додаткового захисту P-коду: у будь-який момент без попередження може бути включений режим AS (Anti Spoofing). При цьому виконується додаткове кодування P-коду, і він перетворюється в Y-код. Розшифровка Y-коду можлива тільки апаратно, з використанням спеціальної мікросхеми, що встановлюється в GPS-приймачах військового призначення.

З метою зниження точності визначення координат несанкціонованими користувачами передбачений так називаний «режим вибіркового доступу» SA (Selective Availability). У разі включення цього режиму в навігаційне повідомлення навмисно вводиться помилкова інформація про похибки атомних годинників і елементи орбіти супутників, що призводить до суттєвого зниження точності навігаційних визначень.

Оснoву точності системи становлять атомні годинники або стандарти точного часу. Супутники типу Block II обладнані чотирма стандартами точного часу: двома рубідієвими та двома цезієвими. Довгострокова відносна стабільність частоти цих стандартів становить 10^{-15} і 10^{-9} . Високоточні стандарти частоти, які можна назвати серцем усієї електронної системи, застосовуються для генерації коливань на робочій частоті 10,23 МГц. Шляхом множення цієї частоти на 154 та 120 відповідно отримують дві частоти L1 і L2. Двохчастотний характер сигналу важливий для усунення похибки під час визначення псевдовідстані, яка виникає через вплив іоносфери.

Існують приймачі, які здатні вловлювати і розшифровувати сигнали обох систем – GPS та ГЛОНАСС. Завдяки цьому вони швидше визначають координати точок з необхідною точністю.

Контрольний сегмент, або сегмент управління СРНС – це комплекс наземних засобів, які забезпечують функціонування космічного сегмента, контролюють його роботу та здійснюють безпосереднє керування всією системою.

Цей сегмент в системі GPS включає контрольно-спостережувальні станції – головну і додаткові станції безперервного спостереження за ШСЗ. Головним завданням цих станцій є спостереження за супутниками з метою визначення траєкторій ШСЗ та похибок бортових атомних годинників. Крім того, через систему управління здійснюються синхронізація годинників та оновлення даних. У склад системи контрольних станцій входять:

- головна контрольна станція;
- п'ять станцій стеження (моніторингових);
- три контрольних станції.

Місцем базування головної станції є об'єднаний космічний Центр управління на авіабазі Фалькон, Колорадо-Спрінгз (США). У цьому центрі збираються результати спостережень з усіх станцій спостережень, обчислюються уточнені орбіти навігаційних супутників та оцінюється стан кожного з них і системи в цілому.

Станції спостереження обладнані цезієвими стандартами частоти і часу та Р-кодovими приймачами і можуть одночасно відслідковувати до 11 супутників. Положення станцій відоме з високою точністю в геоцентричній системі координат WGS-84. На станціях кожен півтори

секунди вимірюють псевдовідстані до всіх ШСЗ NAVSTAR, коли ті проходять над горизонтом, визначають вплив атмосфери і пересилають на головну станцію згладжені, виправлені за іоносферну і тропосферну рефракції дані, усереднені за 15 хвилин.

Додаткові станції управління розташовані на тих самих пунктах, що і станції стеження. Вони використовуються для передачі повідомлень на супутники. Ефемериди супутників та поправки годинників, визначені на головній станції управління, і додаткових станцій передаються на ШСЗ по радіоканалу. Існує ще багато приватних мереж станцій стеження. Вони не беруть участі в керуванні роботою системи, а лише визначають орбіти супутників.

Подібну структуру і функції має контрольний сегмент ГЛОНАСС, який складається з: головного наземного командного пункту (Москва); семи командно-вимірювальних пунктів; двох квантово-оптичних вимірювальних пунктів.

Сегмент користувачів являє собою всю множину GPS-приймачів. Приймачі мають різну будову, функції та призначення, тому їх розрізняють за різними ознаками.

Оскільки власником системи GPS є МО США, то в першу чергу приймачі поділяються на дві групи:

- PPS (Precise Positioning Service) – для точного визначення місцеположення. До цієї групи відносяться військові користувачі НАТО, приймачі яких здатні приймати Y-код позбавлений AS та SA – кодування;
- SPS (Standard Positioning Service) – для стандартного визначення місцеположення. До другої групи відносяться усі цивільні користувачі, приймачі яких приймають сигнали, кодовані функціями AS та SA.

Залежно від призначення приймачі поділяють на три групи:

- навігаційні. Приймачі цієї групи миттєво визначають своє місцеположення. Середня квадратична похибка визначення координат навігаційними приймачами за відсутності перешкод та виключеному SA – кодуванні супутникових сигналів не перевищує 10 м, а у разі включеного SA – кодування може досягати 200-300 м.

- геодезичні. Ці приймачі призначені для диференційних вимірів (одночасно виміри проводяться мінімум двома приймачами) і визначення приростів координат між статично закріпленими приймачами. Точність визначення приростів координат може сягати 1 мм.

- спеціальні. Вони можуть мати саме різноманітне призначення, зокрема, визначення точного часу.

Залежно від принципу вимірювання віддалей до супутника приймачі поділяються на кодові та фазові. Деякі приймачі додатково вимірюють доплерівський зсув частоти сигналу.

Приймачі також поділяють на чотири групи за принципом вимірювання віддалей до супутника і типу сигналу, який береться до опрацювання. Це:

- кодові приймачі;
- фазові приймачі із C/A-кодом;
- кодові приймачі із C/A-кодом і P-кодом;
- фазові приймачі із C/A-кодом і P-кодом.

Найчастіше цей поділ спрощують і поділяють приймачі на одночастотні (C/A-код), та двохчастотні (C/A-код і P-код).

97. Що забезпечують супутникові радіонавігаційні системи?

Визначення координат приймачем засновано на динамічній просторовій засічці під час отримання ним сигналів від щонайменше чотирьох супутників. При цьому GPS-приймач дозволяє визначити координати об'єкта, швидкість його руху і точний час.

Для використання динамічної просторової засічки необхідно постійно знати координати супутників. Радіопередавачі ШСЗ неперервно передають сигнали в напрямку Землі. Ці сигнали несуть інформацію про миттєві координати супутників і час виходу сигналу із системи супутника. Сигнали, надіслані від різних супутників одночасно, приймаються відповідними приймачами, що розташовані на земній поверхні у точках із шуканими координатами. Приймачі фіксують час приходу сигналу на антену приймача і, використовуючи швидкість поширення радіосигналу у просторі, визначають миттєву віддаль до супутника. Знайшовши одночасні миттєві віддалі до чотирьох супутників і використовуючи їх миттєві координати, розв'язується пряма просторова засічка, з якої знаходять геоцентричні координати пункту спостереження і точний час.

98. Як називається інформація про місця розміщення супутників в будь-який момент часу?

Ефемерида, в астрономії – таблиця попередньо обчислених небесних координат Сонця, Місяця, планет та інших астрономічних об'єктів у послідовні моменти, наприклад, опівночі кожної доби. Зоряні ефемериди – таблиці видимих положень зір залежно від впливу прецесії, аберації, нутації.

Ефемериди, зокрема, застосовуються для визначення координат спостерігача. Також ефемеридами називаються координати штучних супутників Землі, що використовуються для навігації, наприклад, у системах NAVSTAR (GPS), ГЛОНАСС, Galileo. Координати супутників передаються у складі повідомлень про розташування супутника, в цьому випадку кажуть про передачу ефемерид. Перші публікації ефемерид, що з'явилися в середині XVIII ст., призначалися саме для навігації.

99. На які методи поділяють вимірювання в супутникових радіонавігаційних системах?

Методи GPS вимірювань можна поділити на статичні й кінематичні. Під час статичних вимірювань беруть участь у сеансі приймачі знаходяться на пунктах в нерухомому стані. Під час кінематичних вимірювань один з приймачів знаходиться постійно на опорному пункті, а інший приймач (мобільний) знаходиться в русі.

100. Що таке режим реального часу (RTK)?

RTK (Real Time Kinematic) – послуга, яка дозволяє користувачам отримувати поправки до вимірювань і встановлювати місце розташування з сантиметровою точністю в режимі реального часу за допомогою GNSS-приймача в мережі постійно діючих референцних GNSS-станцій. Послуга доступна для будь-якого споживача, що має приймач з можливістю прийняття RTK-поправок з Інтернету через GSM/GPRS підключення. RTK-поправки передаються у вигляді стандартизованих повідомлень в різних форматах. Зв'язок по протоколу NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol – Мережевий протокол передачі RTCM через Інтернет).

101. Висотна Державна геодезична мережа.

Висотна ДГМ України встановлює єдину геодезичну систему висот на території держави. Вона є висотною основою топографічних зніманих усіх масштабів, а також для вирішення різноманітних інженерних, наукових завдань та завдань оборони країни. Висотну ДГМ України поділяють на нівелірні мережі I, II, III і IV класів. Висоти пунктів нівелірних мереж в Україні визначаються в Балтійській системі висот 1977 р.

Лінії нівелювання I і II класів є головною висотною основою України. Вони були прокладені за спеціально розробленими програмами і схемами та призначені для розв'язання таких наукових завдань: вивчення фігури Землі, геодинамічних явищ, сучасних вертикальних рухів земної поверхні та ін.

Вимірювання на цих лініях проводяться декількома послідовними циклами через відповідні проміжки часу (15–35 років). Нівелювання I класу прокладається окремими лініями з найвищою точністю, яка досягається завдяки використанню найбільш сучасних приладів та методів спостережень з якомога повнішим виключенням систематичних похибок. На території України лінії нівелювання I класу прокладено переважно вздовж автомобільних доріг або залізниць. Їх загальна довжина становить 11975 км. Довжина найдовшої лінії 1302 км.

З двох або більше нівелірних ліній можуть утворюватися зімкнені полігони. На території України утворено 19 полігонів I класу. Довжина найбільшого полігону 2235 км.

Нівелірні мережі II класу створюються всередині полігонів I класу окремими лініями або системами з вузловими пунктами. Згідно з «Основними положеннями створення Державної геодезичної мережі України» довжини полігонів II класу не повинні перевищувати 400 км.

Лінії нівелювання III класу прокладаються всередині полігонів II класу так, щоб утворювались полігони з периметром 60–150 км. Для забезпечення топографічних зніманих у масштабі 1:5000 і більшому лінії нівелювання III класу створюються у вигляді полігонів з периметром до 60 км, які утворюються окремими лініями або системами з вузловими пунктами.

Нівелювання IV класу виконується для згущення нівелірних мереж III класу. Нівелірні мережі IV класу можуть утворювати полігони

периметром до 50 км у вигляді окремих ліній або систем з вузловими пунктами.

Важливою характеристикою кожної нівелірної мережі є її точність. Найбільш зручно точність результатів нівелювання характеризувати величинами середньої квадратичної випадкової похибки η і середньої квадратичної систематичної похибки σ на 1 км нівелювання. Контролювати якість прокладання нівелірних мереж дуже зручно шляхом порівняння фактично отриманих нев'язок в нівелірних лініях або полігонах з їх допустимими значеннями $f_{\text{доп}}$. Величини η , σ , $f_{\text{доп}}$ є характеристиками нівелірних мереж.

Висотних ДГМ недостатньо для забезпечення топографічних зніманих різних масштабів. Тому вони згущуються до необхідної щільності висотними мережами згущення, які створюються як правило методами технічного або тригонометричного нівелювання.

102. Які нівеліри використовують для нівелювання III та IV класів?

Нівелювання IV класу виконують глухими нівелірами з рівнем або компенсатором, які відповідають таким вимогам:

- збільшення труби – 25',
- ціна поділки циліндричного контактного рівня (2 мм) – не більше 30",
- похибка самовстановлення лінії візування у нівелірів з компенсатором – не більше 0,5".

Для нівелювання IV класу застосовують нівеліри з рівнем Н-3, НВ-1, Ні030, а також нівеліри з компенсатором НЗК, НС3, НС4, НіВ-3,4,5,6 і Ні-025 та інші, які задовольняють наведеним вище вимогам.

Під час нівелювання IV класу застосовують трьохметрові суцільні а, за їх відсутністю, складані шашкові рейки. Для прив'язування до стінних марок, розміщених на висоті приладу, застосовують підвісні метрові рейки з такими самими поділками, як і на основних рейках.

Випадкові похибки дециметрових і метрових інтервалів для нівелювання IV класу не повинні перевищувати 1 мм.

Нівелювання III класу виконують глухими нівелірами з рівнем або компенсатором, які задовольняють таким вимогам:

- збільшення труби – не менше 30’,
- ціна поділки циліндричного контактного рівня (2 мм) не більше – 30”,
- похибка самовстановлення лінії візування у нівелірів з компенсатором – не більше 0,5”.

Для нівелювання III класу застосовують нівеліри з рівнем Н-05, Н1, Н2, НА1, Н3, Ні-030, а також нівеліри з компенсатором Н-3К, Ні007, НіВ-3,4,5,6 та інші, які задовольняють наведеним вище вимогам.

Під час нівелювання III класу застосовують трьохметрові суцільні шашкові рейки та інварні рейки.

У гірських районах нівелювання слід виконувати інварними рейками та нівелірами з плоскопаралельними пластинками.

З чорних боків нулі співпадають з п’ятками рейок, а з червоних боків з п’ятками співпадають відліки більші 4000, причому відлік з червоного боку однієї рейки відрізняється від відліку з червоного боку другої рейки на 100 мм (наприклад, 4786 і 4886).

Для прив’язки до стінних марок застосовують підвісні рейки з такими самими поділками, як і на основних рейках.

Випадкові похибки дециметрових і метрових інтервалів для нівелювання III класу не повинні перевищувати 0,5 мм.

103. Як виконується прокладання нівелірного ходу під час нівелювання IV класу?

Нівелювання IV класу виконують в одному напрямку. Віддалі від нівеліра до рейок вимірюють кроками або нитяним віддалеміром. Рейки встановлюють на спеціальні башмаки або костилі (цвяхи довжиною 15 – 20 см, товщиною 3 см). Нормальна довжина візирного променя – 100 м. Якщо нівелювання виконують приладом зі збільшенням зорової труби більшим 30’, то у разі спокійних зображень довжину променя дозволяється збільшувати до 150 м. Нерівності плечей на станціях не повинні перевищувати 5 м, а їх накопичення в секції – 10 м. Висота променя над підстилаючою поверхнею повинна бути не меншою 0,2 м. Під час спостережень на станції нівелір захищають від сонячних променів геодезичною парасоллю.

Нівелювання виконують секціями. Секція – це частина нівелірного ходу, що розміщена між двома нівелірними знаками. У кожній секції нумерацію станцій починають з першого номера. Під час нівелювання слідкують за правильним чергуванням рейок; в цьому випадку знак різниці нулів рейок на наступній станції буде протилежним знаку на попередній.

Нівелювання на станції IV класу виконують в такому порядку. Нівелір приводять в робочий стан з допомогою круглого рівня. Наводять зорову трубу на чорний бік задньої рейки, приводять бульбашку циліндричного рівня елеваційним гвинтом в нульпункт, відлічують по верхній та середній нитках. Наводять трубу на чорний бік передньої рейки, приводять бульбашку рівня в нульпункт, відлічують по верхній та середній нитках. Після цього рейки обертають до нівеліра червоним боком. Спочатку відлічують по середній нитці передньої рейки, а потім по середній нитці задньої рейки. Перед відлічуванням бульбашку рівня щоразу виводять в нульпункт. В журналі виконують усі необхідні обчислення і записи.

Різниці перевищень на станції, обчислених з допомогою чорних і червоних боків рейок не повинні бути більшими 5 мм з урахуванням різниці нулів пари рейок.

Якщо різниці більші за вказані, то спостереження на станції повторюють, змінивши горизонт приладу не менше як на 3 см. Башмаки на задній станції не знімають до тих пір, поки не впевнились в тому, що контроль витриманий.

104. Як виконується прокладання нівелірного ходу під час нівелювання III класу?

Нівелювання III класу виконується у прямому і зворотному напрямках. Віддалі від нівеліра до рейок вимірюють з допомогою троса або нитяним віддалеміром. Нормальна довжина візирного променя – 75 м. Якщо нівелювання виконують приладом зі збільшенням зорової труби більшим 35', то у разі спокійних зображень довжину променя дозволяється збільшувати до 100 м. Нерівності плечей на станціях не повинні перевищувати 2 м, а їх накопичення в секції – 5 м. Висота променя над підстилаючою поверхнею повинна бути не меншою 0,3 м. Рейки встановлюють на костилі або спеціальні башмаки. Під час

спостережень на станції нівелір захищають від сонячних променів геодезичною парасолою.

Нівелювання виконують у разі спокійних і чітких зображень рейки. В ясну сонячну погоду нівелювання необхідно розпочинати через 0,5 год. після сходу, а закінчувати – за 0,5 год. до заходу Сонця; в полудневі години, а також в години, близькі до полудня (приблизно з 11 до 15 год.), в нівелюванні слід робити перерву.

Нівелір приводять в робочий стан. Наводять зорову трубу на чорний бік задньої рейки, приводять бульбашку циліндричного рівня елеваційним гвинтом в нульпункт, відлічують по середній, верхній та нижній віддалемірних нитках. Наводять трубу на чорний бік передньої рейки, приводять бульбашку циліндричного рівня в нульпункт, відлічують по середній, верхній та нижній віддалемірних нитках. Після цього рейки обертають до нівеліра червоним боком. Спочатку відлічують по середній нитці передньої, а потім – задньої рейки. Перед відлічуванням бульбашку циліндричного рівня щоразу виводять у нульпункт. У журналі виконують усі необхідні записи і обчислення.

Відлік по середній нитці кожної рейки не повинен відрізнятись більше ніж на 3 мм від відповідної півсуми відліків по віддалемірних нитках. Різниці перевищень на станції, обчислених з допомогою червоних і чорних боків рейок, не повинні бути більшими 3 мм з урахуванням різниці нулів пари рейок.

Якщо різниці більші за вказані, то спостереження на станції повторюють, змінивши горизонт приладу не менше, як на 3 см. Впевнившись, що контролі витримані, знімають башмак або виймають костиль на задній станції.

105. Яка допустима нев'язка в ходах під час нівелювання IV класу між вихідними пунктами?

Нев'язки в ходах між вихідними пунктами та в полігонах повинні бути не більше $20\sqrt{L}$ (мм) при кількості станцій менше 15 на 1 км ходу і $5\sqrt{n}$ (мм) на місцевості із значними кутами нахилу, коли кількість станцій більше 15 на 1 км ходу, де L – довжина ходу (полігону) в км; n – кількість станцій в ході (полігоні).

106. Яка допустима нев'язка в ходах при нівелюванні III класу між вихідними пунктами?

Нев'язки в полігонах і по лініях допускають не більше $10 \sqrt{L}$ мм. Загальне накопичення різниць перевищень на лінії не повинно перевищувати $10 \sqrt{L}$ мм. Якщо різниці значень перевищень з прямого і зворотного ходів за кількома секціями накопичуються з одним знаком, то необхідно проаналізувати методику нівелювання і якість юстирування нівеліра і рейок.

107. Що є вихідним пунктом системи висот в Україні?

У нашій країні прийнято Балтійську систему висот. Відлік висот за цією системою ведуть від рівневої поверхні, що проходить через нуль футштока біля Санкт-Петербурга. Футшок – рейка, яку встановлюють на берегах океанів і морів для спостережень за рівнем води. Нуль Кронштадтського футштока є мідною пластиною, закріпленою в опорі моста у м. Кронштадті, з нанесеною горизонтальною рисою.

108. Навести визначення поняття WGS-84.

В Україні для вирішення завдань міждержавного рівня запроваджено світову систему просторових координат WGS-84.

WGS-84 скорочення від англ. World Geodetic System 1984 – в геодезії тривимірна система координат для встановлення розташування на поверхні Землі. Особливою властивістю цієї системи є те, що вона повністю охоплює поверхню Землі. WGS-84 є вдосконаленням попередніх варіантів систем WGS-72, WGS-64 та WGS-60.

Глобальні системи координат широко використовуються в геодезії, картографії та навігації. Вони забезпечують взаємну прив'язку різних локальних і регіональних систем відліку. Заміна безлічі локальних систем відліку єдиної глобальної істотно спростило практичне використання карт, знімків і другий геодезичної продукції. Традиційно в геодезії розрізняють локальні планові координати і локальні висотні координати. Світова геодезична система відліку 1984 (WGS-84) є четвертою з серії глобальних геоцентричних систем координат, створених Міністерством оборони США, починаючи з 1960 р.

На сучасному етапі з використанням супутникових навігаційних систем під час розв'язання геодезичних задач використовують геоцентричну систему прямокутних просторових координат.

Початок координат розміщено в центрі мас Землі. Вісь OX у площині екватора проходить через точку перетину Гринвіцького меридіана й екватора. Вісь OY доповнює прийняту систему координат до правої, а вісь OZ спрямована вздовж осі обертання Землі до Північного полюса (рис. 8).

109. Навести визначення терміну проекція UTM.

Універсальна рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Меркатора (UTM) (від англ. Universal Transverse Mercator) прийнята за основу країнами НАТО для топографічних карт земної кулі. Ця проекція поділяє меридіанами поверхню Землі між 84° пн. ш та 80° пд. ш на 60 координатних зон витягнутих в меридіональному напрямку (максимальна ширина зони до 700 км), які пронумеровані з 1 до 60. Кожна координатна зона має протяжність 6° по довготі (рис. 26).

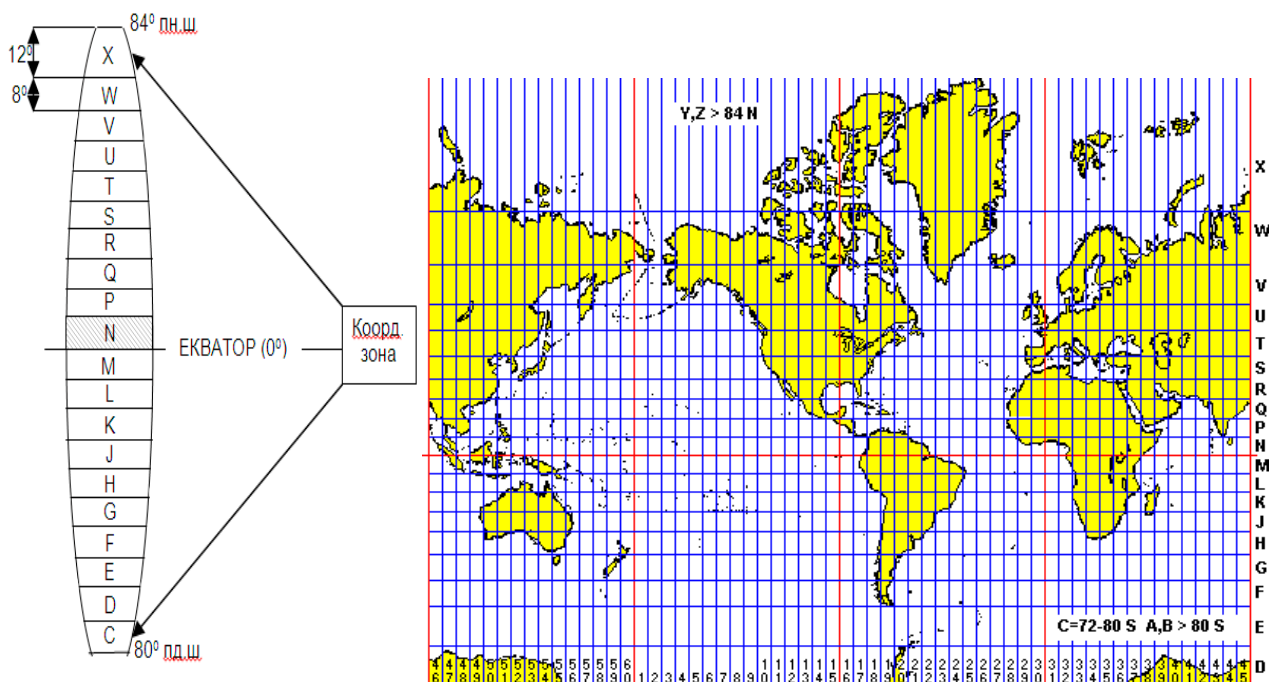


Рис. 26. Координатні зони

Поверхня земної кулі поділяється паралелями на 20 поясів. Поясам з півдня на північ призначаються літери латинського алфавіту від С до Х. Літери І та О не використовуються, щоб не було плутанини з цифровими позначеннями. Пояси С і W мають протяжність 8° по широті. Крайній

північний пояс X (72° - 84° пн. ш) має протяжність 12° по широті. На перетині Координатних зон та поясів утворюються сегменти, позначення яких складається з номера координатної зони та літери поясу. Позначений сегмент координатної зони прийнято називати Вказівною зоною (Grid Zone Designation).

На відміну від системи координат Гаусса – Крюгера, в UTM використовується масштабний коефіцієнт, що дорівнює 0,9996. Тому ця система координат зберігає масштаби не на осьовому меридіані, а на деякій відстані (близько 180 км) від нього, через що максимальне спотворення масштабу в межах 6° зони у неї менше.

Іншою відмінністю є нумерація зон. Першою зоною є та, осьової меридіан якої має довготу 177° з. д. Таким чином, 7 зона в системі координат Гаусса – Крюгера за географічним охопленням відповідає 37 зоні UTM. Вісь абсцис в даній системі координат направлена на схід, а вісь ординат – на північ. Щоб уникнути від'ємних значень координат, до значення абсциси додаються +500000 м, а до значення ординати в південній півкулі – +10000000 м.

110. Навести визначення поняття гравітаційного поля Землі.

Гравітаційне поле Землі – фізичне поле, зумовлене тяжінням маси Землі і відцентровою силою, яка виникає внаслідок добового обертання Землі. Незначною мірою залежить також від тяжіння Місяця і Сонця й інших небесних тіл та маси земної атмосфери. Гравітаційне поле Землі характеризується силою тяжіння, потенціалом сили тяжіння і різними його похідними. Потенціал має розмірність $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$. За одиницю вимірювання перших похідних потенціалу (включно з силою тяжіння) в гравіметрії прийнятий мілігал (мГал), що дорівнює 10^{-6} м/с^2 , а для наступної похідної – етвеш (Е), що дорівнює 10^{-9} с^{-2} .

Значення основних характеристик гравітаційного поля Землі: потенціал сили тяжіння на рівні моря дорівнює $62\,636\,830 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$; середня сила тяжіння на Землі 979,8 Гал; зменшення середньої сили тяжіння від полюса до екватора 5200 мГал (в тому числі за рахунок добового обертання Землі – 3400 мГал); максимальна аномалія сили тяжіння на Землі 660 мГал; нормальний вертикальний градієнт сили тяжіння 0,3086 мГал/м; діапазон періодичних місячно-сонячних варіацій сили тяжіння 0,4 мГал; можлива величина вікової зміни сили тяжіння $< 0,01 \text{ мГал/рік}$. За

аномаліями гравітаційного поля Землі вивчають розподіл густинних неоднорідностей у земній корі та верхній мантії, проводять тектонічне районування, пошуки родовищ корисних копалин (гравіметрична розвідка).

Сила тяжіння визначає справжню форму земної поверхні – геоїд, зумовлює рухи земної кори. Під її впливом відбувається переміщення гірських порід, мас води, льоду, повітря. Гравітаційне поле Землі є однією з причин кругообігів у літосфері, атмосфері та гідросфері.

111. Навести визначення аномалія сили тяжіння.

Аномалії сили тяжіння, різниця між спостережуваною силою тяжіння та її теоретичним (нормальним) значенням (у тій самій точці), в яку введена поправка, що враховує залежність сили тяжіння від висоти точки спостереження. Залежно від поправок, що вводяться, розрізняють декілька видів аномалії сили тяжіння. Якщо враховується зменшення сили тяжіння з висотою у вільному просторі, що відбувається з середнім для всієї Землі градієнтом $0,3086$ мгал/м, то аномалія сили тяжіння називається аномалією у вільному повітрі (або аномалією Фая); ці аномалії застосовуються під час вивчення фігури Землі в геодезичній гравіметрії. Якщо, крім того, враховується тяжіння однорідного шару мас, між рівнем точки спостереження і рівнем моря, то аномалія сили тяжіння називається аномалією Буге. Оскільки аномалії Буге відображають неоднорідності щільності порід у верхній частині Землі, то ними користуються під час вирішення геологорозвідувальних завдань.

112. Які лінії збігаються з напрямком дії сили тяжіння і перпендикулярні до рівня поверхні в будь-якій її точці?

Прямовисними лініями називаються лінії, які збігаються з напрямком дії сили тяжіння і перпендикулярні до рівневої поверхні в будь-якій її точці (рис. 27 і 28).

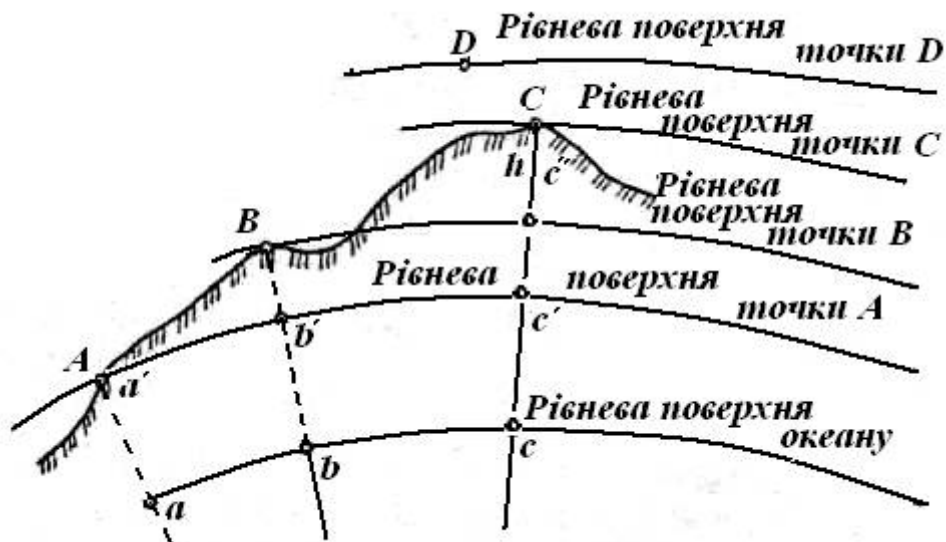


Рис. 27. Рівневі поверхні



Рис. 28. Відхилення прямовисної лінії

113. Навести визначення траси лінійної споруди.

Траса – лінія, що визначає вісь проєктованого лінійного споруди, позначена на місцевості, нанесена на топографічній карті або плані, або позначена системою точок у цифровій моделі місцевості.

Основні елементи траси: план – її проєкція на горизонтальну площину й поздовжній профіль – вертикальний розріз по проєктованій лінії споруди.

У плані траса повинна бути по можливості прямолінійною, оскільки будь-яке відхилення від прямолінійності призводить до її подовження й збільшення вартості будівництва, витрат на експлуатацію.

Перпендикулярно до траси будують поперечні профілі.

114. Якими способами виконують геодезичні розмічувальні роботи?

Розмічування на місцевості проектних точок у плані виконується способами: прямокутних та полярних координат, кутових та лінійних засічок, створною засічкою (рис. 29), а також способом зімкненого трикутника і побудовою проектного ходу або полігону.

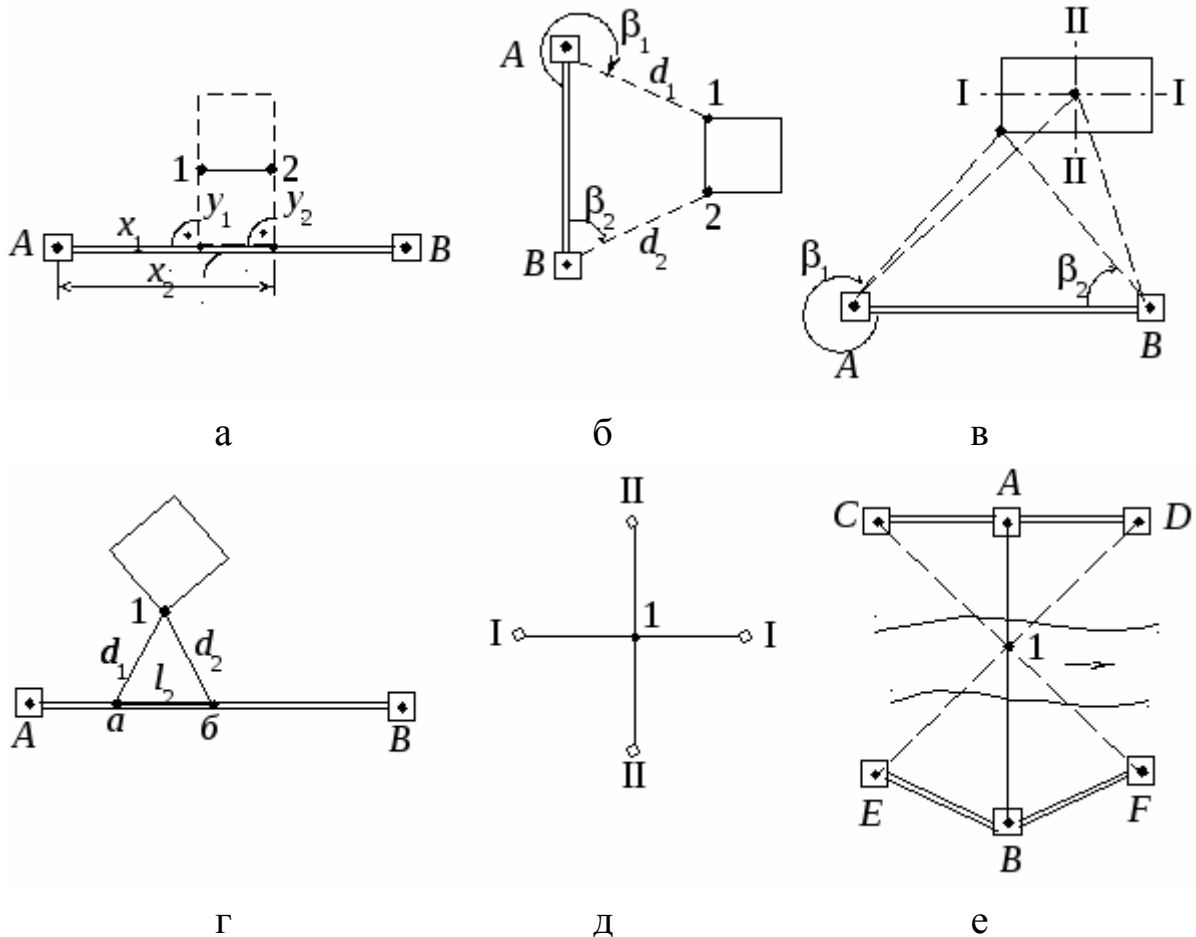


Рис. 29. Методи геодезичних розмічувальних робіт

а – прямокутних координат; б – полярних координат; в – кутових засічок;
г – лінійних засічок; д, е – створних засічок

Способи геодезичних розмічувальних робіт складаються із окремих елементів розмічувальних робіт. Вони аналогічні за схемою та назвою методам теодолітного знімання. Різниця полягає в тому, що елементи кожного способу: кути, лінії, перевищення (позначки) визначаються по плану проекту споруди, а потім на місцевості відкладаються від точок та ліній вихідної геодезичної основи або від жорстких предметів і контурів місцевості.

У способі прямокутних координат по створу лінії АВ від точки А відкладають абсцису x , в отриманій точці відкладають ординату y , отримуючи шукану точку 1.

У способі полярних координат відкладають за допомогою теодоліта від вихідної лінії геодезичної основи горизонтальні кути β по ходу годинникової стрілки і вздовж отриманого напрямку відкладають проектні відстані d .

У способі прямих кутових засічок шукану проектну точку 1 отримують на перетині візирних осей одночасно з двох теодолітів встановлених у точках А і В при відкладених кутах β_1 і β_2 .

У способі лінійних засічок спочатку по створу лінії розмічають допоміжні точки А та В. Від них одночасно двома рулетками визначають положення точки 1 на перетині проектних відстаней d_1 та d_2 .

У створному способі необхідно мати передчасно закріплені створи I-I та II-II або AB , CF , ED . По закріпленим створам візують за допомогою зорових труб теодолітів одночасно по кожному створу. У перетині візирних осей і отримують проектне положення точки 1.

Якщо точка, що визначається, знаходиться на значній відстані від пунктів геодезичної основи, то необхідно багаторазово відкладати проектні кути і відстані, утворюючи на місцевості проектний хід або полігон.

Спосіб зімкненого трикутника використовується для уточнення винесення точки прямою засічкою, коли вимірюється третій кут, нев'язка розподіляється, а одержані значення порівнюють з проектними.

115. Навести визначення терміну будівельна сітка.

Будівельна сітка створюється в основному на промислових майданчиках і є основою для розбивочних робіт, монтажу технологічного устаткування й виробництва виконавчих знімачів.

Характерною рисою будівельної сітки як інженерно-геодезичної мережі є розташування пунктів, що утворюють сітку квадратів або рідше прямокутників, сторони яких паралельні осям проектних споруд або осям розташування технологічного устаткування. Таким чином, будівельна сітка являє собою закріплену на місцевості систему прямокутних координат, що полегшує прив'язку осей споруд і виробництво розбивочних робіт.

На відміну від інших видів опорних мереж точну конфігурацію й розташування пунктів будівельної сітки проектують заздалегідь. Проектування виконують на генеральному плані майбутньої споруди. При цьому, місця розташування пунктів будівельної сітки намічають таким чином, щоб забезпечити схоронність найбільшого їх числа в процесі виробництва будівельних робіт на площадці.

Залежно від призначення будівельної сітки і типу об'єкта довжину сторони квадрата сітки беруть від 100 до 400 м. Найбільше поширення одержала сітка зі стороною 200 м. У цехових умовах для розміщення технологічного встаткування сітку проектують зі стороною 10 – 20 м.

Під час створення будівельної сітки використовують окрему прямокутну систему координат. Початок цієї системи вибирають таким чином, щоб усі пункти будівельної сітки мали додатні значення абсцис й ординат. Координатні осі у більшості випадків позначають буквами А і В. Для позначення номера пункту до букв додають індекс, що вказує число сотень метрів по осі абсцис або ординат. Наприклад, номер пункту, позначений А3/В5, буде вказувати, що цей пункт має координати: $X = 300$ м, $Y = 500$ м. Для точок, координати яких не кратні 100 м, запис їх позначень виконують подібно пікетажним; наприклад, запис А14 + 25,65 / В8 + 30,50 буде означати, що точка має координати $X = 1425,65$ м, $Y = 830,50$ м.

Вимоги до точності побудови будівельної сітки визначають виходячи з її призначення. Досвід будівництва великих промислових комплексів показує, що в більшості випадків для виконання основних розбивочних робіт і виконавчих топографічних знімань у масштабі 1:500 похибки у взаємному положенні суміжних пунктів будівельної сітки в середньому повинні становити 1:10000 або 2 см для відстаней між ними у 200 м. Прямі кути сітки повинні бути побудовані із середньої квадратичною похибкою 20".

116. Що відносять до елементів геодезичних розмічувальних робіт?

Необхідні для розбивки дані (розбивочні елементи – кути, відстані і перевищення) готуються заздалегідь аналітичними методами. Під час геодезичного розбиття їх відкладають за допомогою геодезичних приладів

від пунктів зовнішньої розбівочної основи та знаходять на місцевості і закріплюють точки перетину осей нової споруди.

117. Навести визначення просторових координат точок поверхні об'єкта.

Координати, початком відліку яких є певна точка на місцевості, називають топоцентричними. Якщо на горизонтальній площині через довільно вибрану точку провести пряму (полярна вісь), то положення будь-якої точки, визначатиметься радіусом-вектором і кутом. Такі координати називають полярними. Кути вимірюють від полярної осі за ходом годинникової стрілки до радіуса-вектора. Полярна вісь на площині може розташовуватись довільно або збігатися з напрямком меридіана, що проходить через полюс.

118. Як називається відношення довжини відрізка на плані (карті) до її горизонтальної проекції на місцевості?

Масштабом називається число, яке показує у скільки разів відбулося зменшення розмірів земного еліпсоїда до розмірів його моделі. Розрізняють масштаб головний та окремих. Масштаб зображення невеликих ділянок практично повсюдно постійний, що властиве топографічним планам (картам). Через це, масштабом топографічної карти називають відношення довжини лінії на карті до довжини горизонтальної проекції відповідної лінії на місцевості. Таке відношення називають масштабом довжин. У разі невеликих кутів нахилу фізичної поверхні (на рівнинах) довжина горизонтальної проекції лінії дуже мало відрізняється від довжини похилої лінії. В цих випадках можна вважати масштабом довжин відношення довжини лінії на карті до довжин відповідної лінії на місцевості.

На картах показують масштаб у трьох видах:

1) числовий масштаб (М) виражається дробом, у чисельнику якого одиниця, а в знаменнику – число m , яке показує ступінь зменшення горизонтального прокладання лінії місцевості під час її відображення на карті: $M = 1 : m$, наприклад, 1:1000, 1:25000, 1:500000. Так, наприклад, на топографічній карті масштабу 1:10000 довжини зменшені відносно дійсних довжин на місцевості у 10000 раз. Чим більше значення m , тим дрібніший масштаб, тим більше зменшення, тим дрібніше зображення

об'єктів на карті; записують числовий масштаб так: 1:1000, 1:25000, або $1/1000$, $1/25000$;

2) іменованний масштаб подається у вигляді пояснень до числового і вказує, як співвідносяться довжини ліній на карті та на місцевості, тобто скільком метрам чи кілометрам на місцевості відповідає 1 см на карті. Так, для числового масштабу 1:1000 іменованний масштаб запишеться так: «1 см на карті відповідає 1000 см на місцевості», або скорочено: «в 1 см 10 м». Для числового 1:200000 іменованний масштаб виглядатиме так: «в 1 см 2 км», для числового 1:50000000 – «в 1 см 500 км»;

3) Графічний масштаб – зображений у вигляді викресленого графіка, який спрощує переведення довжин відрізків на карті у відстані на місцевості. Графічний масштаб має два різновиди – лінійний та поперечний.

Лінійний масштаб – графічна побудова у вигляді двох паралельних ліній, поділених на рівні відрізки; слугує для вимірювання довжин прямих ліній на карті або їх відкладання на карту (рис. 30).

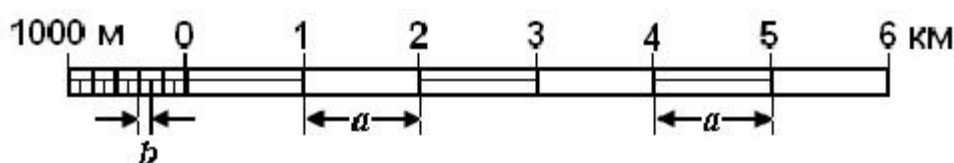


Рис. 30. Лінійний масштаб:

a – основа лінійного масштабу;

b – найменша поділка лінійного масштабу

Рівні відрізки a , які відкладаються вправо від нуля (як правило, це цілі, кратні десяткам чи сотням, числа), називають основою лінійного масштабу, а відстань на місцевості, що відповідає основі, – величиною лінійного масштабу. Для підвищення точності вимірювань відстаней крайній зліва від нуля відрізок (основу) поділяють на менші відрізки b , які називаються найменшою поділкою лінійного масштабу. Відстань на місцевості, яка відповідає найменшій поділці лінійного масштабу, називається його точністю.

119. Навести визначення поняття номенклатура карт.

Топографічна карта світу має багатоаркушевий вигляд. Поділ карти на аркуші називається розграфленням, а прийнята система їх позначення – номенклатурою. Номенклатура знаходиться залежно як від масштабу карти, так і від географічного розміщення (за географічною широтою і довготою) зображеної на даному аркуші території.

За основу розграфлення і номенклатури топографічних і оглядово-топографічних карт всіх масштабів взято розграфлення й номенклатуру аркушів міжнародної карти масштабу 1:1000000. Її рамки – трапеції, утворені меридіанами й паралелями, проведеними відповідно через 6° довготи і 4° широти (рис. 31).

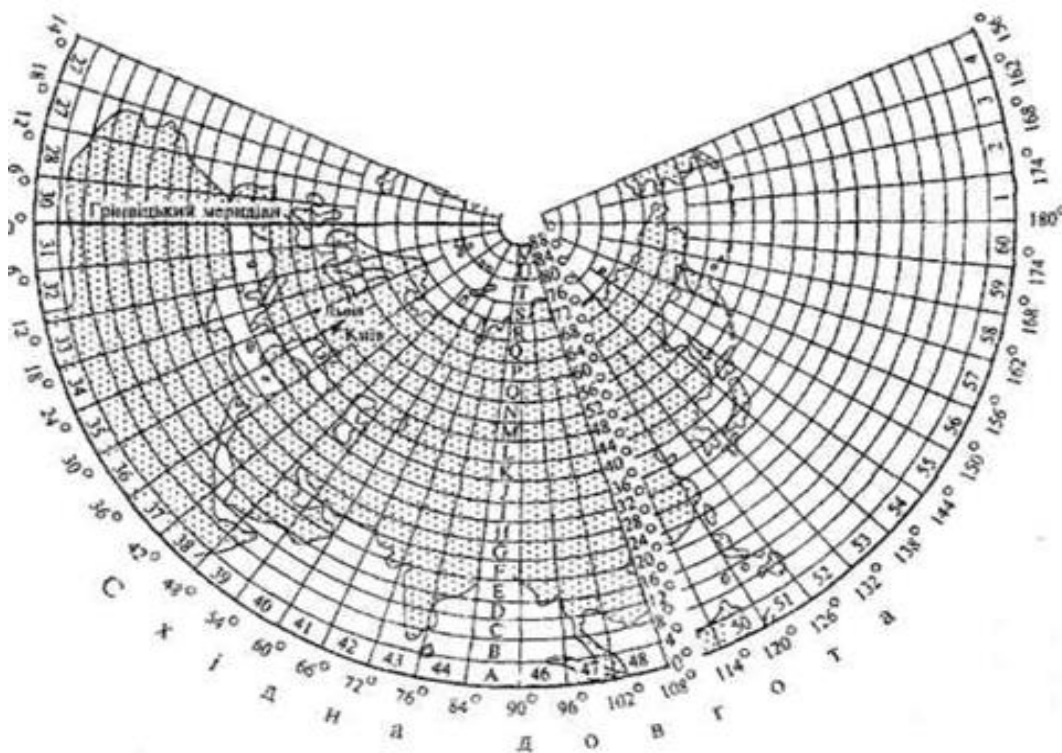


Рис. 31. Фрагмент розграфлення аркушів карти масштабу 1:1000000

Паралелі, проведені від екватора через кожні 4° широти, утворюють широтні пояси. Пояси позначають за головними буквами латинського алфавіту, починаючи від екватора до Північного полюса в північній півкулі і до Південного полюса – у південній (табл. 2).

Меридіани, проведені через 6° довготи, утворюють колони. Їх позначають арабськими цифрами із заходу на схід від меридіана з довготою 180° . Оскільки шестиградусні зони відлічують від Гринвіцького меридіана, номери зон і колон різняться на 30. Так, якщо номер колони 1, то зони – 31, якщо колони 31, то зони – 1.

Таблиця 2

Позначення широтних поясів на топографічних картах

| Широта, в градусах | Номер літери за алфавітом | Назва поясу |
|--------------------|---------------------------|-------------|
| 0-4 | 1 | A |
| 4-8 | 2 | B |
| 8-12 | 3 | C |
| 12-16 | 4 | D |
| 16-20 | 5 | E |
| 20-24 | 6 | F |
| 24-28 | 7 | G |
| 28-32 | 8 | H |
| 32-36 | 9 | I |
| 36-40 | 10 | J |
| 40-44 | 11 | K |
| 44-48 | 12 | L |
| 48-52 | 13 | M |
| 52-56 | 14 | N |
| 56-60 | 15 | O |
| 60-64 | 16 | P |
| 64-68 | 17 | Q |
| 68-72 | 18 | R |
| 72-76 | 19 | S |
| 76-80 | 20 | T |
| 80-84 | 21 | U |
| 84-88 | 22 | V |

Положення аркуша карти мільйонного масштабу в загальній системі позначень, тобто його номенклатура, визначається буквеним позначенням широтного поясу і номером колони. Спочатку пишуть букву поясу, потім через тире номер колони. Наприклад, аркуш мільйонної карти з містом Львів позначають М-35, а з містом Сімферополем – L-36.

Знаючи номенклатуру аркуша карти, легко визначити географічні координати кутів його трапеції. Так, географічні координати кутів аркуша

карти М-35 визначаються місцями перетину паралелей 48 і 52° та меридіанів 24 і 30° (рис. 31 і табл. 2).

Розграфлення аркушів карт наступних, більших масштабів здійснюють паралелями і меридіанами так, щоб кожному аркушу карти масштабу 1:1000000 відповідає ціле число аркушів цих карт. Позначаються ці аркуші номенклатурою відповідного аркуша карти масштабу 1:1000000 з додаванням українських великих і малих букв та римських або арабських цифр (табл. 3)*.

Територія, яка зображена на одному аркуші карти масштабу 1:1000000, може бути відображена на кількох аркушах карти більшого масштабу. Так одному аркушеві карти масштабу 1:1000000 відповідають (табл. 3):

Таблиця 3

Дані про розграфлення, номенклатуру і розміри аркушів топографічних карт

| Масштаб карти | Кількість аркушів | Розмір рамок | | Приклад номенклатури аркушів |
|--|-------------------|--------------|-------------|------------------------------|
| | | за широтою | за довготою | |
| В одному аркуші карти масштабу 1:1000000 | | | | |
| 1:1000000 | 1 | 4° | 6° | М-35 (Львів) |
| 1:500000 | 4 | 2° | 3° | М-35-В |
| 1:300000 | 9 | 1°20' | 2° | IV-М-35 |
| 1:200000 | 36 | 0°40' | 1° | М-35-XIX |
| 1:100000 | 144 | 0°20' | 0°30' | М-35-73 |
| В одному аркуші карти масштабу 1:100000 | | | | |
| 1:50000 | 4 | 0°10' | 0°15' | М-35-73-В |
| 1:25000 | 16 | 0°05' | 0°07'30" | М-35-73-В-в |
| 1:10000 | 64 | 0°02'30" | 0°03'45" | М-35-73-В-в-3 |
| 1:5000 | 256 | 0°01'15" | 0°01'52,5" | М-35-73-(256) |
| 1:2000 | 2304 | 0°00'25" | 0°00'37,5" | М-35-73-(256-а) |

* до набуття чинності Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 04.09.2013 № 661

- 4 аркуші карти масштабу 1:500000, які позначаються великими буквами А, Б, В і Г; номенклатура цих аркушів має вигляд, наприклад М-35-В;

- 9 аркушів карти масштабу 1:300000, які позначаються римськими цифрами I, II, ... , IX, що пишуть перед номенклатурою аркуша мільйонної карти, наприклад IV-М-35;

- 36 аркушів карти масштабу 1:200000, які позначаються також римськими цифрами, приклад номенклатури аркушів цієї карти М-35-ХІХ;

- 144 аркуші масштабу 1:100000, які позначаються арабськими цифрами від 1 до 144, номенклатура цих аркушів має вигляд, наприклад М-35-73.

Аркушу карти 1:100000 відповідають 4 аркуші карти масштабу 1:50000, які позначаються початковими буквами українського алфавіту А, Б, В, Г і номенклатура має вигляд М-35-73-В.

Аркушу карти 1:50000 відповідають 4 аркуші карти масштабу 1:25000, які позначаються малими буквами українського алфавіту а, б, в, г, наприклад М-35-73-В-в.

Аркушу карти масштабу 1:25000 відповідають 4 карти масштабу 1:10000, які позначаються арабськими цифрами 1, 2, 3 і 4; приклад їх номенклатури М-35-73-В-в-3.

Аркушу карти масштабу 1:100000 відповідають 256 аркушів плану масштабу 1:5000, аркуші якого позначають арабськими цифрами від 1 до 256, що пишуться в дужках, наприклад М-35-73-(256).

Аркушу плану масштабу 1:5000 відповідають 9 аркушів плану масштабу 1:2000, які позначаються малими буквами українського алфавіту (а, б, в,..., и), наприклад М-35-73-(256-а).

Нумерація аркушів карт будь-якого масштабу (цифрами або буквами) завжди виконується зверху вниз і зліва направо (рис. 32).

Із збільшенням широти аркуші топографічних карт всіх масштабів звужуються, залишаючись незмінними за висотою. Тому на райони, які розміщені на північ від 60° широти, аркуші карт викреслюються здвоєними по довготі, а на північ від 76° паралелі карти випускають по чотири аркуша, складених по довготі.

Номенклатуру аркушів топографічних карт записують над верхньою рамкою карти. Поряд з номенклатурою в дужках пишеться назва найбільшого населеного пункту, розміщеного в межах даної трапеції, наприклад М-35 (Львів), М-36-А (Київ), М-35-49 (Сокаль).

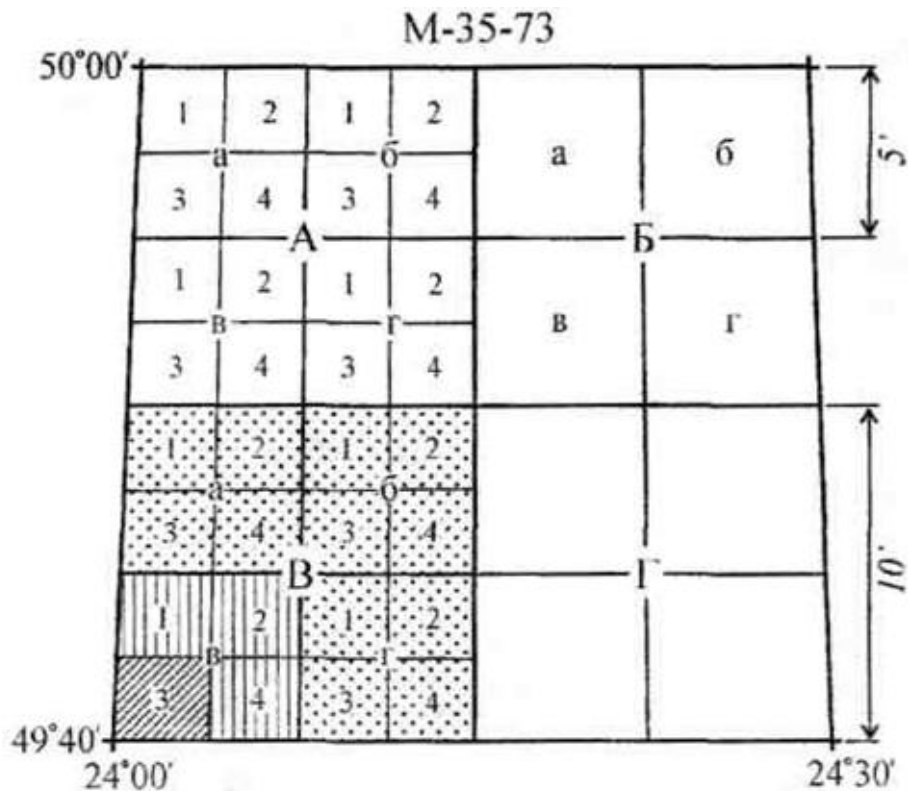


Рис. 32. Нумерація аркушів карт масштабів 1:100000 – 1:10000

За географічними координатами будь-якого пункту можна визначити номенклатуру аркуша карти необхідного масштабу. Спочатку визначають номенклатуру аркуша карти масштабу 1:1000000, в межах якого знаходиться даний пункт. Візьмемо для прикладу м. Чернівці з такими значеннями географічних координат: $B = 48^{\circ}18'$, $L = 25^{\circ}51'$. Для цього широту даного пункту поділяють на 4, при цьому звичайно одержують число із залишком, наприклад $48^{\circ}18' : 4 = 12 + 0^{\circ}18'$. Це означає, що дана точка лежить в 13-му широтному поясі, який позначається буквою М (табл. 2 і рис. 31). Потім поділяють довготу на 6° і знаходять в якій колоні від Гринвіча знаходиться даний пункт. Так, якщо $L = 25^{\circ}51'$, тоді $25^{\circ}51' : 6 = 4 + 1^{\circ}51'$. Відповідно це буде 5-а зона від Гринвіча, а номер колони буде 35. Отже, номенклатура аркуша карти масштабу 1:1000000, на якому знаходиться зображення даного пункту буде М-35 (Чернівці). Його межі – відрізки паралелей з широтами 48 і 52° і відрізки меридіанів з довготами 24 і 30° .

Для визначення номенклатури аркушів карт більших масштабів рекомендується будувати схеми розграфлення, підписувати координати рамок і за ними знаходити номенклатуру необхідних аркушів.

Великомасштабні плани (1:5000, 1:2000, 1:1000 і 1:500), складені на ділянки, що мають площу менш як 20 км², мають прямокутне або квадратне розграфлення. За основу розграфлень беруть план масштабу 1:5000 з розміром рамки квадрата 40x40 см. Кожний аркуш плану масштабу 1:5000 позначається арабською цифрою. Дані про розграфлення, наприклад, п'ятого аркуша масштабу 1:5000 на плани більших масштабів подані в табл. 4.

Таблиця 4

Дані про розграфлення, номенклатуру і розміри аркушів топографічних планів

| Масштаб плану | Кількість аркушів в одному аркуші дрібнішого масштабу | Номенклатура останнього аркуша | Розмір рамки квадрата, см |
|---------------|---|--------------------------------|---------------------------|
| 1:2000 | 4 в аркуші масштабу 1:5000 | 5-Г | 50x50 |
| 1:1000 | 4 в аркуші масштабу 1:2000 | 5-Г-IV | 50x50 |
| 1:500 | 16 в аркуші масштабу 1:2000 | 5-Г-16 | 50x50 |

За основу розграфлення беруть лист плану масштабу 1:5000, який позначений арабською цифрою. Даний лист поділяють на 4 частини та отримують лист плану масштабу 1:2000 і позначають їх великими буквами українського алфавіту А, Б, В, Г.

Кожний лист плану масштабу 1:2000 поділяють на 4 частини і позначають римськими числами I, II, III, IV та отримують лист плану масштабу 1:1000.

Лист плану масштабу 1:2000 поділяють на 16 частин і отримують лист плану масштабу 1:500.

120. Що відноситься до математичних елементів топографічних карт?

Згідно з пунктом 30 Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 04.09.2013 № 661, до математичних елементів топографічних карт належать:

- система координат;
- картографічна проекція;
- масштаб;
- координатна сітка;
- геодезична основа;
- система розграфлення та елементи компонування.

121. Точність контурних точок на аерофотознімку для планових розпізнавальних знаків у масштабі створюваного плану.

Таблиця 5

Вибір масштабу аерофотознімання і фокусної відстані АФА
для створення цифрових моделей місцевості

| Контурне навантаження місцевості | Переріз рельєфу, м | Середні величини похибок положення контурних точок у плані, м | Середні величини похибок положення точок по висоті, м | Масштаб аерофотознімання | Фокусна відстань АФА, мм |
|---|--------------------|---|---|--------------------------|--------------------------|
| Забудовані території міст і селищ міського типу | 0.25 | 0.05 | 0.03 | 1:2500-1:3500 | 100 |
| | 0.5 | 0.10 | 0.05 | 1:3500-1:5000 | 100 |
| Забудовані території сільських населених пунктів | 0.5 | 0.20 | 0.10 | 1:5000-1:8000 | 100; 140 |
| | 1.0 | 0.30 | 0.10 | 1:8000-1:12000 | 100; 140 |
| | 2.0 | 0.30 | 0.20 | 1:8000-1:12000 | 100; 140 |
| Незабудовані території, сільськогосподарські угіддя | 0.5 | 0.50 | 0.05 | 1:3500-1:5000 | 100; 70 |
| | 1.0 | 0.50 | 0.10 | 1:8000-1:12000 | 100; 70 |
| | 2.0 | 0.50 | 0.20 | 1:8000-1:12000 | 100; 70 |

122. Елементи внутрішнього орієнтування знімка.

Зображення на знімку змінюється залежно від взаємного розташування місцевості, центра проєкції та фотознімка. Тому для визначення по знімку координат точок місцевості необхідно знати положення центра проєкції відносно знімка та його положення в просторі у момент фотографування, тобто елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування знімка (рис. 33).

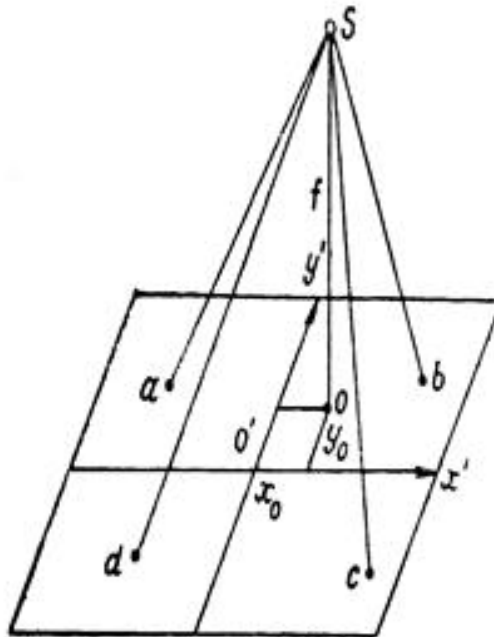


Рис. 33. Елементи внутрішнього орієнтування знімка

Елементами внутрішнього орієнтування називаються величини, які визначають положення центра проєкції відносно площини знімка.

До них належать:

- 1) величина фокусної відстані f ;
- 2) координати головної точки x_0 і y_0 в системі координат знімка.

Елементи внутрішнього орієнтування дають можливість відтворити зв'язки проєктуючих променів, що існували в момент фотографування.

Для цього необхідно на знімку побудувати осі x' і y' та по координатах нанести головну точку O , в якій встановити перпендикуляр до площини знімка і відкласти на ньому фокусну відстань f . Для одержання зв'язку проєктуючих променів точку S належить з'єднати із зображеннями точок на знімку.

Елементи внутрішнього орієнтування визначають під час юстування АФА з похибками, меншими від похибок вимірювання на знімку, і записують у паспорт аерофотоапарата.

123. Елементи зовнішнього орієнтування знімка.

Елементами зовнішнього орієнтування називаються величини, які визначають положення центра проєкції та площини знімка в момент фотографування відносно системи координат, прийнятої на місцевості.

Використовують дві системи елементів зовнішнього орієнтування. Перша з них показана на рис. 34, друга – на рис. 35.

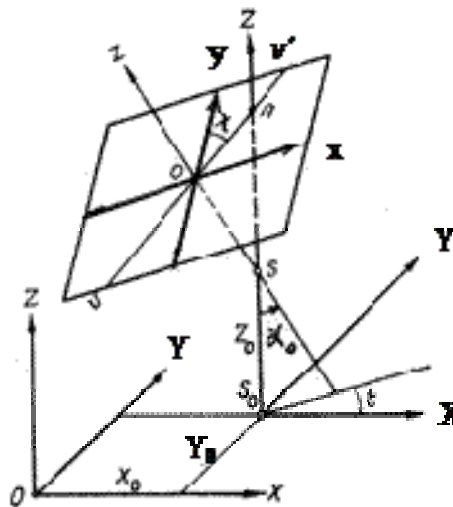


Рис. 34. Елементи зовнішнього орієнтування знімка (перша система)

Перша система має шість елементів зовнішнього орієнтування:

X_0, Y_0, Z_0 – координати центра проєкції (передньої вузлової точки об'єктива в момент знімання);

α_0 – кут нахилу знімка – кут між віссю Z і головним променем;

t – кут лінії напрямку знімання (кут між віссю X і слідом площини головного вертикала);

α – кут повороту знімка в своїй площині навколо головного променя

S_0 – кут між віссю y і головною вертикаллю vv' знімка.

В другій системі (рис. 35) також шість елементів зовнішнього орієнтування, з яких три лінійні і три кутові.

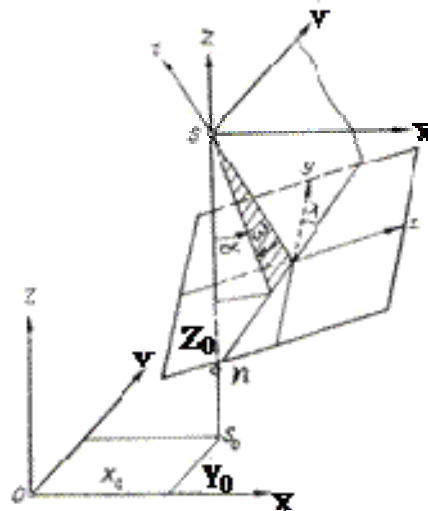


Рис. 35. Елементи зовнішнього орієнтування знімка (друга система)

До лінійних величин відносяться координати центра проєкції S : X_0 , Y_0 , Z_0 , а до кутових:

α – поздовжній кут нахилу знімка (кут між віссю Z і проєкцією головного променя на площину XZ);

ω – поперечний кут нахилу знімка (кут між головним променем та його проєкцією на площину XZ , розміщується в площині, яка проходить через вісь Y і головний промінь);

α – кут повороту знімка в своїй площині навколо головного променя (кут між віссю u і слідом площини, яка проходить через вісь Y і головний промінь).

Отже, аерофотознімок має 9 елементів орієнтування: 3 елементи внутрішнього і 6 елементів зовнішнього орієнтування. При цьому, t і α_0 або α і ω фіксують напрямок головного променя, а α – поворот знімка навколо головного променя.

Елементи зовнішнього орієнтування можуть бути визначені безпосередньо в польоті в момент фотографування, але з точністю, недостатньою для великомасштабного картографування. У зв'язку з цим для їх визначення необхідно знати геодезичні координати декількох точок відображаємої місцевості, які можна розпізнати на знімку.

124. Класифікація проєкцій за характером спотворень.

За характером спотворень картографічні проєкції поділяються на:

- рівнокутні;
- рівновеликі;

- довільні (рівнопрямі).

В рівнокутних картографічних проекціях масштаб довжин не залежить від напрямку, і як слідство, зберігається подібність елементарних фігур і відсутнє спотворення кутів. При цьому, виконується умова рівнокутності, тобто картографічна сітка в рівнокутних проекціях завжди ортогональна. Рівнокутні картографічні проекції для великих територій характеризуються значними спотвореннями площ.

Ці проекції достатньо зручні для вирішення навігаційних завдань. Масштаб залежить тільки від положення точки і не залежить від напрямку. Кут на місцевості завжди дорівнює куту на карті, лінія, яка пряма на місцевості – пряма на карті. Прикладом такої проекції є циліндрична проекція Меркатора (1569 р.), яка і в наш час використовується для морських навігаційних карт.

В рівновеликих картографічних проекціях відношення площі на площині до площі на картографуємої території залишається постійним. Рівновеликі картографічні проекції для великих територій характеризуються значними спотвореннями форм і кутів. У таких проекціях зображуються економічні, ґрунтові та інші дрібномасштабні карти.

У рівнопрямі картографічних проекціях зберігається постійним масштаб довжин по одному із головних напрямків.

В довільних картографічних проекціях присутні спотворення довжин, площ, кутів і форм в будь-яких співвідношеннях.

З точки зору величин спотворень кращими картографічними проекціями є проекції, в яких, згідно з теоремою П.Л. Чебишева, ізоколи співпадають з межами зображуваної території.

Величини спотворень є одними із основних критеріїв оцінки гідності картографічних проекцій.

125. Навести визначення поняття географічна широта і довгота.

Географічною (астрономічною) широтою точки називається кут φ , утворений площиною екватора Землі та прямовисною лінією, що проходить через цю точку. Географічна широта може набувати значень від 0° на екваторі до 90° на полюсах і бути північною або південною.

Географічною (астрономічною) довготою точки називається двогранний кут λ , утворений площиною начального (Гринвіцького)

меридіана та площиною астрономічного меридіана даної точки. Географічна довгота може набувати значень від 0° на начальному (Гринвіцькому) меридіані до 180° на лінії зміни дат і бути східною або західною.

126. Як називається побудова моделі місцевості по знімках, що належать одному або декільком маршрутам, і зовнішньому орієнтуванні цієї моделі?

Сутність фототріангуляції полягає в побудові моделі місцевості по знімках, що належать одному або декільком маршрутам, і зовнішньому орієнтуванні цієї моделі. Фототріангуляція дозволяє визначати по знімках планове положення та висоти опорних точок, необхідних для створення фотопланів, ортофотопланів, карт, цифрової моделі рельєфу (ЦМР), цифрової моделі місцевості (ЦММ). Також дозволяє визначати елементи зовнішнього орієнтування знімків. Основна мета просторової фототріангуляції (ПФТ) – максимально скоротити трудомісткі польові геодезичні роботи, замінити їх на камеральні.

127. Як називається точка місцевості з необхідною точністю розпізнана на місцевості, для якої визначені геодезичним методом просторові координати?

Опорна точка – це точка місцевості або будь-якого об'єкта фотознімання, для якої визначені геодезичним методом просторові координати у заданій абсолютній або «геодезичній» системі координат і яка розпізнана на аерофотознімку. Сукупність таких точок є геодезичною основою для проведення камеральних фотограмметричних робіт.

Якщо відомі усі три координати X , Y , Z , то опорну точку називають планово-висотною; якщо визначені тільки планові координати X , Y , то це планова опорна точка, а якщо відома лише висота Z , то це висотна опорна точка.

Загальна вимога така: опорна точка повинна бути розпізнана на знімку з точністю 0,1 мм в масштабі створюваної карти. Не можна вибирати опорні точки на крутих схилах, бо це може спричинити похибки у визначенні висот; допустима величина похибки не більше 1/10 від висоти перетину рельєфу для створюваної карти.

128. Навести визначення поняття геоінформаційна система.

Географічні інформаційні системи (ГІС) – це інформаційні системи, призначені для збирання, зберігання, аналізу та візуалізації (видачі) просторових даних. Наука та виробнича діяльність, пов'язані з науковим обґрунтуванням, проектуванням, створенням, експлуатацією та використанням інформаційних систем, називають геоінформатикою.

Геоінформатику сьогодні вже важко назвати новою сферою діяльності, хоча виникла вона не так давно. Існує кілька версій звідки походять перші геоінформаційні системи: зі Сполучених Штатів, де метою їх створення було забезпечення точності ракетних стрільб, або ж з Канади, де перед державним департаментом природного середовища гостро постало питання систематизації великих обсягів накопичених картографічних та довідкових даних. Вірніше за все розробки такого роду почалися відразу після створення перших електронних засобів обчислювальної техніки, але на перших порах велися різними установами самостійно не тільки без жодної координації своїх зусиль з іншими, але й без виділення задач обробки просторових даних серед інших видів розрахункових задач.

Першим прикладом географічного аналізу вважають роботу доктора Джона Сноу, що використовував карту з позначенням випадків смертності від холери у Лондоні в 1854 р. для визначення джерела зараження.

Перші ГІС були доступні лише для великих установ, оскільки вимагали значних площ для розміщення обчислювальної апаратури та банків просторових даних у вигляді перфокарт або перфострічок. Широковідомі сьогодні ГІС-продукти почали з'являтися у 1980 рр.: у 1982 р. вийшли AutoCad та AcrInfo, наприкінці 80-х з'явилася MapInfo. Але тільки у 1994 р. вийшла ГІС ArcView 2.0 компанії ESRI, що мала працювати на звичайних персональних комп'ютерах, і тому робила ГІС доступними і для невеличких компаній та організацій.

129. Як називається фотографічне зображення частини місцевості, отримане з робочих площин контактних або збільшених аерофотознімків, не трансформованих та не приведених до одного масштабу?

Фотосхеми – це монтаж частин контактних відбитків, які складають зображення відзнятої місцевості. Для складання фотосхеми центральні

частини знімків (де викривлення масштабу зображення мінімальне) вирізаються і наклеюються на картон у вигляді суцільної мозаїки.

130. Навести визначення терміну фототріангуляція.

Фототріангуляція – метод визначення координат точок місцевості по фотознімках. При цьому, аналізують геометричні властивості фотознімків одного або декількох маршрутів. Використовується для створення геодезичної мережі під час складання топографічних карт і вирішенні низки інженерних задач.

Існують такі види фототріангуляції: аналітична, аналогова, графічна, аналого-аналітична, блокова (багатомаршрутна), маршрутна, просторова, космічна, космічна маршрутна, космічна блочна, космічна вільна, космічна глобальна, наземна тощо.

131. Навести визначення терміну картографічна генералізація.

Картографічна генералізація – це процес відбору і узагальнення об'єктів реальної дійсності під час складання карт відповідно до їх призначення, масштабу та особливостей території картографування.

Факторами, що визначають прийняття рішень в процесі генералізації, є:

- призначення карти;
- зміст карти;
- тип карти;
- масштаб карти;
- особливості території картографування;
- вивченість території;
- особливості оформлення карти.

Важливу роль у процесі картографічної генералізації відіграють фактори призначення, змісту та типу карти. За цими факторами визначається в першу чергу які саме з об'єктів території є необхідними для правильного сприйняття інформації.

Масштаб карти – другий важливий фактор для прийняття рішень про склад і ступінь деталізації геометрії об'єктів карти, кількість якісних і кількісних характеристик місцевості. Чим дрібніший масштаб карти, тим менше об'єктів може вміститися на площу відведена під карту. Крім того,

зростає просторове охоплення території і певні елементи місцевості втрачають своє значення для сприйняття і аналізу поданої на карті інформації або заважають виділенню загальних властивостей та закономірностей.

132. Навести визначення поняття сферічний трикутник.

Сферичний трикутник – геометрична фігура на поверхні сфери, утворена перетином трьох великих кіл. Три великі кола на поверхні сфери, що не перетинаються в одній точці, утворюють вісім сферичних трикутників. Сферичний трикутник, всі сторони якого менше половини великого кола, називається ейлеревим. Сторони сферичного трикутника вимірюють величиною кута, утвореного кінцями даної сторони і центром сфери. Співвідношення між елементами сферичних трикутників вивчає сферична тригонометрія.

133. Який периметр полігону в нівелірній мережі II класу, що утворюється всередині полігонів I класу окремими лініями або системами з вузловими пунктами?

Нівелірна мережа II класу створюється усередині полігонів I класу окремими лініями або системами з вузловими пунктами, утворюючи полігони з периметром 400 кілометрів.

Лінії нівелювання I і II класів є головною висотною основою України. Вони прокладені переважно уздовж автомобільних доріг або залізниць і закріплені на місцевості віковими, фундаментальними, ґрунтовими, скельними і стінними реперами приблизно через кожні 5 км уздовж траси.

На території геодинамічних полігонів (Кримський, Карпатський, Бориславський), а також техногенних полігонів у районах атомних електростанцій і площадок родовищ корисних копалин створені нівелірні мережі у вигляді ліній нівелювання I і II класів, що є частиною комплексу наукових геофізичних досліджень. Вони слугують для вивчення геодинамічних явищ і сучасних вертикальних рухів земної поверхні. Вимірювання на цих полігонах проводилися декількома послідовними циклами через відповідні проміжки часу.

Нівелірні мережі III і IV класів заповнюють нівелірні полігони I і II класів і використовуються для забезпечення топографічного знімання всіх масштабів і вирішення інженерних задач.

Уся висотна геодезична мережа України урівноважена за методом найменших квадратів за принципом від загального до окремого. Вихідними при цьому були лінії нівелювання I і II класів загальної мережі СРСР, урівноважені в 1970 рр. Московським аерогеодезичним підприємством (перша черга).

Прокладені після 1977 р. лінії нівелювання I і II класів урівноважені вставками між вихідними знаками, що одержали висоти під час вирівнювання ліній першої черги.

На всю територію України складені каталоги висот пунктів нівелювання I – IV класів, які систематизовані для карт масштабу 1:200000. У каталогах наведені висоти в Балтійській системі висот 1977 р.

Нівелірні мережі I і II класів є головною висотною основою країни, що встановлює єдину систему висот на всій території України, а також використовуються для вирішення наукових задач. Нівелірні мережі III і IV класів створюються з метою згущення висотної основи для забезпечення топографічного знімання всіх масштабів і вирішення інженерних задач.

Нівелювання I класу виконується з найвищою точністю, що досягається завдяки використанню найбільш сучасних приладів і методик спостережень з цілковитим по можливості виключенням систематичних похибок.

Нівелювання I класу здійснюється повторно за тими самими лініями не рідше, ніж через 25 років, а в сейсмоактивних районах – через кожні 15 років.

У лінії нівелювання I і II класів, що примикають до морів або прокладаються уздовж великих водойм, водоймищ, озер, обов'язково включають основні і робочі репери, нулі рівнинних рейок вікових і постійних морських, річкових і озерних рівнинних постів.

Виміряні розходження висот пунктів нівелювання I і II класів варто виправляти поправкою за не паралельність рівневих поверхонь. Нівелірні мережі всіх класів закріплюються на місцевості реперами і марками, що закладаються не рідше, ніж через 5 км (по трасі), у важкодоступних районах відстань між ними може бути збільшена до 7 кілометрів. На всіх лініях нівелювання I і II класів не рідше, ніж через 60 км, а також у вузлових точках, біля морських, основних річкових і озерних рівнинних постах закладаються фундаментальні репери.

У сейсмоактивних районах фундаментальні репери закладаються не рідше, ніж через 40 кілометрів.

134. Що лежить в основі визначення координат GNSS-приймача?

Система глобального позиціонування – сукупність радіоелектронних засобів, що дозволяє визначати положення та швидкість руху об'єкта на поверхні Землі або в атмосфері. Положення об'єкта обчислюється завдяки використанню розміщеного на ньому GNSS-приймача, який приймає та обробляє сигнали супутників космічного сегменту GNSS-системи. Для визначення точних параметрів орбіт супутників і керування GNSS-системою вона в своєму складі має наземні центри управління.

Супутники перебувають під контролем станцій, які розташовані на Землі. Уся інформація, що проходить через ці станції, записується ними та передається на головну станцію на військовій базі Falcon (штат Колорадо).

GNSS-приймач обчислює власне місцезнаходження, вимірюючи час проходження сигналу від GNSS-супутників. Кожен супутник постійно надсилає повідомлення, в якому міститься інформація про час, точку орбіти супутника, з якої було надіслано повідомлення (ефемерида), та загальний стан системи й приблизні дані орбіт усіх інших супутників системи GNSS (альманах). Ці сигнали розповсюджуються зі швидкістю світла в космосі і з трохи меншою швидкістю – в атмосфері. Приймач визначає час затримки в надходженні сигналу та обчислює відстань до супутників, виходячи з якої, застосувавши метод трилатерації, визначає своє місце. Отримані координати перетворюються в наочну форму (широта і довгота або положення на карті) та надаються користувачу.

Теоретично для визначення власних координати на поверхні Землі достатньо визначити відстань до трьох супутників. Однак для обчислення положення необхідно знати час із високою точністю. Щоб усунути потребу в високоточному годиннику, отримують інформацію з 4-х чи більше супутників, тобто, GNSS-приймач використовує чотири параметри для обчислення чотирьох невідомих: x , y , z та t .

У деяких окремих випадках можна обійтися меншою кількістю супутників. Якщо заздалегідь відома одна змінна (висота над рівнем моря човна в океані дорівнює нулю), приймач може обчислити положення, використовуючи дані з трьох супутників. На практиці деякі приймачі

використовують різну допоміжну інформацію для обчислення положення з меншою точністю в умовах відсутності одразу чотирьох супутників.

У всіх сегментах і елементах GNSS використовується обладнання сконструйоване на найсучасніших технологіях, проте ідеї в її основі напрочуд прості. Наведемо п'ять з них.

Визначення місця по відстаням до супутників

Наші координати на землі вираховуються на основі вимірних системою відстаней до групи супутників в космосі. Супутники виконують роль точно координованих точок відліку. Наприклад, якщо нам відомо, що від нас до супутника А, наприклад, 11000 км, то це означає, що ми знаходимось десь на уявній сфері радіусом в 11000 км з центром, співпадаючим зі супутником А.

Якщо одночасно відстань до супутника В становить 12000 км, то це ще більше зменшить простір, де ми можемо знаходитись. Оскільки єдина область, де ми будемо на відстані 11000 км від супутника А і 12000 км від супутника В, є лінія перетину двох сфер, тобто окружність.

Далі, якщо ми проведемо вимірювання віддаленості ще і до третього супутника, то зможемо звести можливе місцезнаходження до двох точок. Ці дві точки знаходяться там, де сфера радіусом в 13000 км пересікається з окружністю, отриманою від перетину сфер з радіусами 11000 км і 12000 км.

Зазвичай, одна з двох точок – це не правдиве рішення. Обчислювачі GNSS-приймачів споряджені різноманітними пристроями, що автоматично визначають істинне місцезнаходження з двох можливих.

Разом з тим, якщо ви точно знаєте свою висоту, як для прикладу моряки, які знаходяться на рівні моря, ви можете виключити один із супутникових вимірів. Одна зі сфер може бути замінена на сферу з центром в центрі Землі і радіусом, що дорівнює радіусу Землі плюс висота.

Визначення відстані до супутників

Ідея, що лежить в основі виміру відстані до супутника, є всього-навсього старе рівняння: «відстань є швидкість, помножена на час руху». GNSS працює, вимірюючи час, за який радіосигнал доходить від супутника до нас, а потім за цим часом обчислює відстань.

Радіохвилі поширюються зі швидкістю світла: 300000 км у секунду. Якщо ми зможемо точно визначити момент часу, у який супутник почав

посилати свій радіосигнал, і момент, коли ми одержали його, ми будемо знати, як довго він йшов до нас. І тоді, множачи швидкість поширення сигналу на час у секундах, одержимо відстань до супутника.

Природно, що наш годинник повинен бути достатньо точним, оскільки світло поширюється дуже швидко. GNSS будується із застосуванням ідеального способу виміру часу, заснованого на атомному стандарті частоти, що забезпечує хід бортових годинників супутника з наносекундною точністю, тобто 0,000000001 с!

Головними труднощами під час вимірювання часу проходження радіосигналу є точне виділення моменту часу, у який сигнал переданий із супутника. Для цього розробники GNSS звернулися до ідеї: синхронізувати супутники й приймачі так, щоб вони генерували той самий код точно в той самий час.

А далі, це прийняти код від супутника й подивитися, як давно наш приймач згенерував той самий код. Виявлений у такий спосіб зсув одного коду стосовно іншого буде відповідати часу проходження сигналом відстані від супутника до приймача. Перевагою використання кодових посилок (кодових послідовностей) є те, що виміри тимчасового зрушення можуть бути проведені в будь-який момент часу.

Як супутники, так і приймачі генерують дуже складні цифрові кодові послідовності. Коди ускладнюються спеціально, щоб їх можна було надійно й однозначно порівнювати, а також по деяких інших причинах. Коди настільки складні, що вони виглядають як довгий ряд випадкових імпульсів. У дійсності вони є ретельно відібраними «псевдовипадковими послідовностями», які повторюються кожну мс.

Таким чином, відстань до супутника визначається шляхом виміру проміжку часу, який потрібен радіосигналу, щоб дійти від супутника до нас. При цьому, супутник і приймач генерують той самий псевдовипадковий код строго одночасно в загальній шкалі часу. Визначивши шляхом порівняння запізнювання псевдовипадкового коду супутника відносно коду приймача, можна встановити скільки часу треба було сигналу, щоб дійти від супутника до нас.

Забезпечення точної прив'язки у часі

Якщо супутник і приймач мають розбіжність шкал часу (виходять із синхронізації) навіть на 0,01 с, вимірювання відстані буде зроблено з похибкою до 3000 км!

Одну сторону проблеми синхронізації часу забезпечити достатньо просто. На борту супутників встановлений атомний годинник. Вони винятково точні й дорогі. Вони коштують близько 100000 доларів, і кожний супутник має їх 4 штуки, щоб можна було гарантувати, що у всякому разі хоча б один працює обов'язково.

Існує спосіб обійтися в наших приймачах годинниками помірної точності – зробити вимірювання дальності ще до одного супутника. Якщо три точних виміри визначають положення точки в тривимірному просторі, то чотири неточних – дозволять виключити відносний зсув шкали часу приймача.

Припустимо, годинники приймача не так досконали, як атомні. Їх хід відповідає кварцовим годинникам, але вони не цілком звірені з єдиним часом системи. Скажемо, вони відстають на одну секунду.

Припустимо, що ми перебуваємо в 4 секундах від супутника А, і в 6 секундах від супутника В. На площині цих двох вимірів було б достатньо для прив'язки нашого місця розташування до будь-якої точки фактичного місця розташування.

Якби ми використовували приймач із годинником, що відстає на секунду, він визначив би, що відстань до супутника А становить 5 секунд, а до супутника В – 7 секунд. У результаті з'являться дві нові окружності, що перетинаються вже в іншій точці.

Додамо ще один вимір. У двомірному варіанті це означає використання третього супутника. Припустимо, супутник С перебуває у 8 секундах від нашого істинного місцезнаходження й всі три окружності перетинаються в одній точці, тому що вони відповідають істинним відстаням до трьох супутників.

Якщо додати одну секунду відставання до всіх трьох вимірів, то нові окружності, що відповідають уже не істинним віддалям, а так званим «псевдовіддалям», не перетнуться в одній точці, а утворять деякий трикутник, і ймовірно місце розташування виявиться десь у його усередині. Таким чином, не існує точки, що може бути одночасно в 5, 7 і 9 секундах відповідно від точок А, В і С. Це фізично неможливо.

Під час оброблення помилкових сигналів комп'ютер приймача починає віднімання або додавання якогось (одного для всіх вимірів) інтервалу часу, до виміряних ним псевдовідстаней. Він продовжує

коректувати час у всіх вимірах доти, поки не знайде вирішення, що «проводить» усі окружності через одну точку.

Під час тривимірного місцевизначення (одночасному визначенні трьох координат – довготи, широти й висоти точки над прийнятим у розрахунках земним еліпсоїдом) необхідно виконати чотири виміри, щоб виключити похибку тимчасової прив'язки годинника приймача до єдиного системного часу.

Необхідність у 4-х вимірах істотно позначається на проектуванні GNSS-приймачів. Якщо необхідно виконувати безперервне місцевизначення в реальному часі, то варто використовувати приймач, що має принаймні чотири канали вимірів.

Визначення знаходження супутника в космічному просторі

Як довідатися, де в космічному просторі розташовується щось, що рухається з великою швидкістю і на відстані від нас у 18000 км?

Для високо летючого супутника 18000-кілометрова висота є справжнім надбанням. Усе на такій висоті перебуває повністю поза земною атмосферою. А це означає, що політ по орбіті навколо Землі буде описуватися дуже простою математикою. Подібно Місяцю, що надійно обертається навколо нашої планети мільйони років без яких-небудь значних змін у періоді обертання, супутники GNSS виконують такий самий дуже передбачуваний орбітальний рух навколо Землі.

Орбіти відомі заздалегідь, а приймачі мають «альманах», розташований у пам'яті їх комп'ютерів, з якого відомо, де буде перебувати кожний супутник у будь-який момент часу.

Щоб зробити систему точнішою, рух супутників GNSS перебуває під постійним контролем спеціальних наземних станцій спостереження. Обертаючись навколо планети один раз за 12 годин, супутники GNSS проходять над контрольними станціями двічі в добу. Це дає можливість точно вимірювати їх висоту, положення й швидкість.

Після того, як станції визначили параметри руху супутника, вони передають цю інформацію назад на супутник, обновляючи нею в пам'яті бортового комп'ютера колишню.

Ці невеликі виправлення разом з далекомірними кодовими сигналами будуть безупинно передаватися супутником на Землю.

Супутники GNSS передають не тільки псевдовипадковий далекомірний код, але також інформаційні повідомлення про своє точне знаходження на орбіті й про стан своїх бортових систем.

Усі види приймачів GNSS використовують цю інформацію разом з інформацією, закладеної в альманасі, для того, щоб встановити точне знаходження кожного супутника в космічному просторі.

Іоносферні й атмосферні затримки сигналів

Існують два джерела похибок, які дуже важко уникнути. Найбільш істотні із цих похибок виникають під час проходження радіосигналом іоносфери Землі – шару заряджених часток на висоті від 120 до 200 км.

Ці частки істотно впливають на швидкість поширення світла і на швидкість поширення радіосигналів GNSS. А це робить неможливими наші обчислення відстаней до супутників, оскільки вони побудовані на припущенні про те, що швидкість поширення радіохвиль строго постійна.

Існують два методи, які можна використовувати, щоб зробити похибку мінімальною. По-перше, спрогнозувати, якою буде типова зміна швидкості у звичайний день, за середніх іоносферних умов, а потім увести поправку в усі виміри. Але, не кожний день є звичайним.

Інший спосіб складається у порівнянні швидкостей поширення двох сигналів, що мають різні частоти несучих коливань.

Таким чином, якщо ми порівняємо час поширення двох різночастотних компонент сигналів GNSS, то зможемо з'ясувати, яке сповільнення має місце. Цей метод коректування достатньо складний і використовується тільки в найбільш досконалих, так званих «двочастотних» приймачах GNSS.

Після того, як сигнали GNSS перетнули іоносферу, розташовану дуже високо, вони входять в атмосферу, у якій відбуваються погодні явища. Водяна пара в атмосфері також впливає на радіосигнали. Похибки за величиною схожі з похибками, викликаними іоносферою, але їх майже неможливо скорегувати. Їх сумарний внесок у похибку місця розташування значно менший, ніж ширина звичайної вулиці.

135. Періодичність оновлення топографічних карт.

Згідно з пунктом 1.7 Основних положень створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000, затверджених наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України від 31.12.1999 № 156,

оновлення топографічних карт здійснюється з метою приведення їх змісту у відповідність до сучасного стану місцевості та вимог діючих нормативно-технічних документів.

Топографічні карти оновлюються за матеріалами нових аерокосмічних зйомок або за сучасними картографічними матеріалами.

Періодичність оновлення топографічних карт залежить від фізико-географічного районування території, техногенного навантаження та кількості змін на місцевості і становить:

- для промислово розвинутих густонаселених територій – 5-7 років;
- для сільськогосподарських середньонаселених територій – 8-10 років;
- для гірських, лісових і степових малонаселених територій – 10-15 років.

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник / А.Л. Островський, О.І. Мороз, З.Р. Тартачинська, І.Ф. Гарасимчук. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 440 с.
2. Деякі питання застосування геодезичної системи координат, затвердженні постановою Кабінету Міністрів України від 22.09.2004 № 1259 із змінами, внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2017 № 109.
3. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 № 353-XIV із змінами, внесеними законом України від 02.07.2013 № 367-VII.
4. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 № 56.
5. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18.05.2010 № 376 із змінами, внесеними наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 03.07.2013 № 405.
6. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина 2. Електронні геодезичні прилади. Підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів / Я. М. Костецька. – Львів, 2000. – 317 с.
7. Наказ Державної служби геодезії, картографії та кадастру (Укргеодезкартографія) «Про упорядкування застосування державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000» від 14.04.2011 № 23.
8. Основні положення створення та оновлення топографічних карт масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000, затверджені наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру України від 31.12.1999 № 156.
9. Островський А.Л. Геодезія : підручник. Частина друга / А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський; за заг. ред. А.Л. Островського. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 564 с.

10. Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою, затверджений наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 № 509.

11. Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 04.09.2013 № 661 із змінами внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2017 № 109.

Порядок побудови Державної геодезичної мережі, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 07.08.2013 № 646 із змінами внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 27.05.2015 № 379.

12. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник / А.Л. Островський, О.І. Мороз, З.Р. Тартачинська, І.Ф. Гарасимчук. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 440 с.

13. Деякі питання застосування геодезичної системи координат, затвердженні постановою Кабінету Міністрів України від 22.09.2004 № 1259 із змінами, внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2017 № 109.

14. Закон України «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність» від 23.12.1998 № 353-XIV із змінами, внесеними законом України від 02.07.2013 № 367-VII.

15. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98), затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 09.04.1998 № 56.

16. Інструкція про встановлення (відновлення) меж земельних ділянок в натурі (на місцевості) та їх закріплення межовими знаками, затверджена наказом Державного комітету України із земельних ресурсів від 18.05.2010 № 376 із змінами, внесеними наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 03.07.2013 № 405.

17. Костецька Я.М. Геодезичні прилади. Частина 2. Електронні геодезичні прилади. Підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів / Я.М. Костецька. – Львів, 2000. – 317 с.

18. Наказ Державної служби геодезії, картографії та кадастру (Укргеодезкартографія) «Про упорядкування застосування державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000» від 14.04.2011 № 23

19. Островський А.Л. Геодезія : підручник. Частина друга / А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський; за заг. ред. А.Л. Островського. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 564 с.

20. Порядок використання Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою, затверджений наказом Міністерства аграрної політики та продовольства України від 02.12.2016 № 509.

21. Порядок загальнодержавного топографічного і тематичного картографування, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 04.09.2013 № 661 із змінами внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2017 № 109.

22. Порядок побудови Державної геодезичної мережі, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 07.08.2013 № 646 із змінами внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 27.05.2015 № 379.

Довідкове видання

Рябчій Валерій Архипович
Рябчій Владислав Валерійович
Трегуб Микола Володимирович

**МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ
ДО СКЛАДАННЯ ІСПИТУ З ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ
СЕРТИФІКОВАНИХ ІНЖЕНЕРІВ-ГЕОДЕЗИСТІВ**

Довідковий посібник

Видано в редакції авторів.

Підписано до друку 09.03.2017. Формат 30x42/4.
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк. 7,8.
Обл.-вид. 7,8. Тираж 75 пр. Зам. №

Підготовлено до друку та видруковано
в Державному ВНЗ «Національний гірничий університет».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
ДК № 1842 від 11.06.2004.

49005, м. Дніпро, просп. Дмитра Яворницького, 19.