

МОДУЛЬ 1

Основи картографії

1. Форма Землі. Поняття ДАТУМ.
2. Математична основа карт.
3. Системи координат. Розграфка і номенклатура карт.

Процес переносу реальної земної поверхні на площину карти виконується за декілька етапів:

1. Нерегулярна форма Землі (геоїд) апроксимується деякою регулярною поверхнею (такою, яку можна описати однією формулою).
2. Обрана поверхня фіксується відносно тіла Землі та стає поверхнею відносності (референц-поверхнею). Потім задається система геодезичних (географічних) координат.
3. Поверхня відносності масштабується (зменшується) відповідно головному масштабу карти.
4. Зображення географічних об'єктів із зменшеної поверхні відносності певними математичними методами відображається (проектується) на площину або поверхню, яка розгортається без спотворень.

Форма Землі

При дослідженні форми Землі використовують такі поняття:

- ❖ геоїд;
- ❖ квазігеоїд;
- ❖ еліпсоїд обертання.

ГЕОЇД

Геоїд – геометричне тіло, яке обмежене **урівненою поверхнею** морів та океанів при спокійному стані водних мас і уявно продовженою під материками таким чином, що в усіх точках дана поверхня нормальна (перпендикулярна) до напрямку прямовисних ліній (напрямку сили тяжіння).

(термін запропонований німецьким фізиком І.Лістінгом у 1873 році).

ГЕОЇД

Поверхня геоїда не є стабільною, тому її фіксація може бути проведена тільки приблизно на основі результатів тривалого спостереження рівня океану.

В Україні та Росії в якості початкової точки, що лежить на поверхні геоїда, прийнятий нуль **Кронштадського футштоку**, який фіксує середній рівень Балтійського моря.

КВАЗІГЕОЇД

На даний час для дослідження форми Землі, а також для вирішення геодезичних задач використовується квазігеоїд.

Квазігеоїд – фігура, запропонована у 1950-х рр. М.С.Молоденським в якості вирішення задачі визначення фігури Землі.

КВАЗІГЕОЇД

Квазігеоїд визначається за вимірними значеннями потенціалів сили тяжіння відповідно положенням теорії М.С.Молоденського.

Потенціали сили тяжіння визначають методом **астрономо-гравіметричного нівелювання** (розроблений М.С.Молоденським) або через попереднє визначення потенціала за матеріалами наземних гравіметричних зйомок та спостережень за рухом штучних супутників Землі.

КВАЗІГЕОЇД

Через невизначеність форми геоїда, квазігеоїд виконує роль допоміжної поверхні при вивченні фізичної поверхні Землі.

Квазігеоїд:

- форма, на відміну від геоїда, однозначно визначається за результатами вимірювань;
- поверхні квазігеоїда і геоїда на території Світового океану співпадають, на рівнинах – відрізняються на декілька см, у гірських районах – різниця сягає 2м.

Поверхня **геоїда** та **квазігеоїда** не є математично визначеними, незмінними у часі і тому для обробки геодезичних вимірювань потрібно використовувати стабільну і більш просту поверхню.

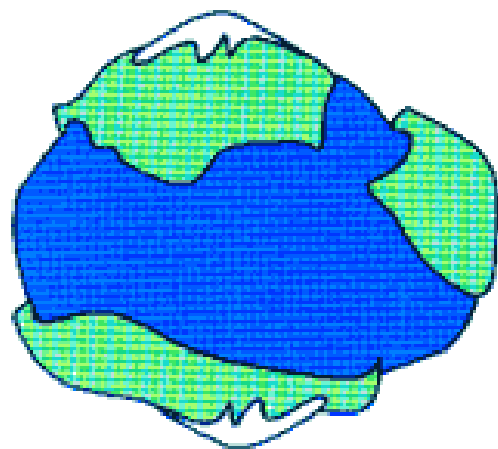
В картографії в якості такої поверхні використовують поверхню **еліпсоїда** **обертання**.

Еліпсоїд обертання

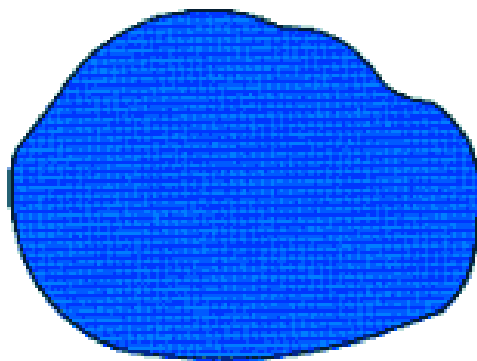
Залежно від співвідношення 3-х осей еліпсоїда, можливі такі випадки:

- сфера (3-и осі рівні) – використовується тільки для карт масштабу дрібніше 1:1000000;
- еліпсоїд обертання (2-і осі рівні) – використовується для топографічних карт масштабу 1:1000000 і крупніше;
- Трьохосьовий еліпсоїд (усі осі – різні) – використовується тільки для відображення небесних тіл неправильної форми.

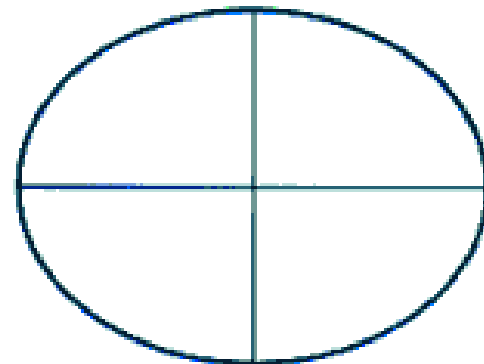
Для побудови топографічних карт форма
Землі приймається за **еліпсоїд
обертання (земний еліпсоїд)**



Реальна поверхня Землі



Геоїд

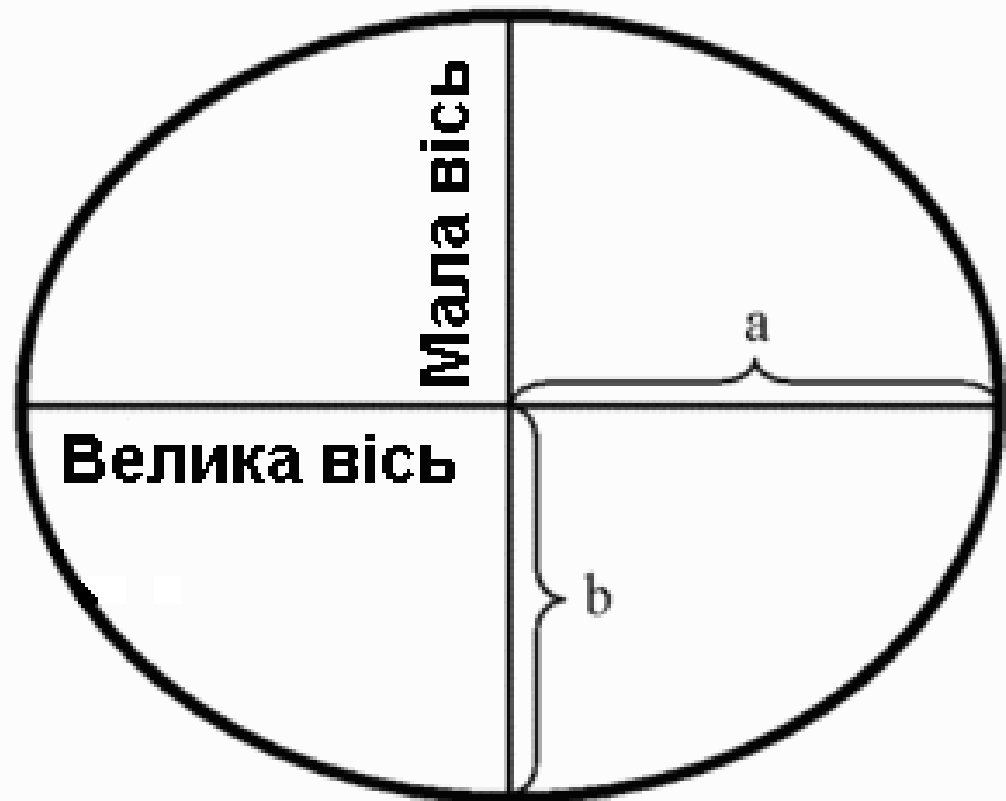


Еліпсоїд обертання

Еліпсоїд обертання

Еліпсоїд обертання має такі основні параметри:

- велика піввісь (екваторіальний радіус), a ;
- мала піввісь (полярний радіус), b ;
- коефіцієнт (полярного) стиснення, $f=(a-b)/a$



Еліпсоїд обертання

Для вирішення геодезичних задач розміри еліпсоїда та його орієнтування у тілі Землі повинні бути такими, щоб поверхні еліпсоїда та квазігеоїда були найбільш близькі одна одній.

Еліпсоїд обертання

Типи еліпсоїдів:

- загальноземні – апроксимують поверхню Землі у цілому;
- референц-еліпсоїди – найбільш точно представляють поверхню Землі на деякій обмеженій території (в межах окремої країни).

Еліпсоїди в різних країнах світу

Назва	Рік вимірювання	Екваторіальний радіус, м	Полярний радіус, м	Полярне стиснення	Використання
Референц-еліпсоїди					
Плесі	1817	6376523	6355863	308,64	Франція
Евереста	1830	6377299,365	6356098,36	300,801726	Індія
Ейрі	1830	6377563,396	6356256,91	299,324965	Велика Британія
Еліпсоїд Бесселя	1841	6377397,155	6356078,96	299,152813	Європа, Японія
Кларка	1878	6378190	6356456	293,465998	Північна Америка
Кларка	1880	6378249,145	6356514,87	293,465	Франція, Африка
Гайфорда	1910	6378388	6356911,95	297	США
Еліпсоїд Красовського	1940	6378245	6356863	298,3	Україна, Росія
Національний австралійський	1966	6378160	6356774,72	298,25	Австралія
NAD83	1983	6378137	6356752,3	298,257025	Північна Америка
IERS	1989	6378136	6356751,3	298,257	Європа
Загальноземні еліпсоїди					
WGS84	1984	6378137	6356752,3	298,25722	США, GPS
ПЗ-90	1990	6378136	6356751	298,25784	Росія, ГЛОНАС

ДАТУМ

Наступним етапом після вибору параметрів еліпсоїда обертання, який апроксимує форму Землі, є задання **системи геодезичних координат** (широта, довгота) на поверхні еліпсоїда.

Вихідні дані, які жорстко фіксують систему геодезичних координат відносно тіла Землі, називаються **геодезичними датами** або **датумом (datum)**: для деякої точки (початковий пункт) на реальній поверхні Землі фіксується значення широти та довготи, виконується суміщення нормалі до поверхні референц-еліпсоїда та прямовисної лінії в даній точці, а площина меридіана, що проходить через задану точку, встановлюється паралельно осі обертання Землі.

Для **еліпсоїда Красовського** така точка задана в **Пулково** (центр круглої зали обсерваторії) – **локальний датум**, для еліпсоїда **WGS84** початковим пунктом є **центр мас Землі** – **глобальний датум**.

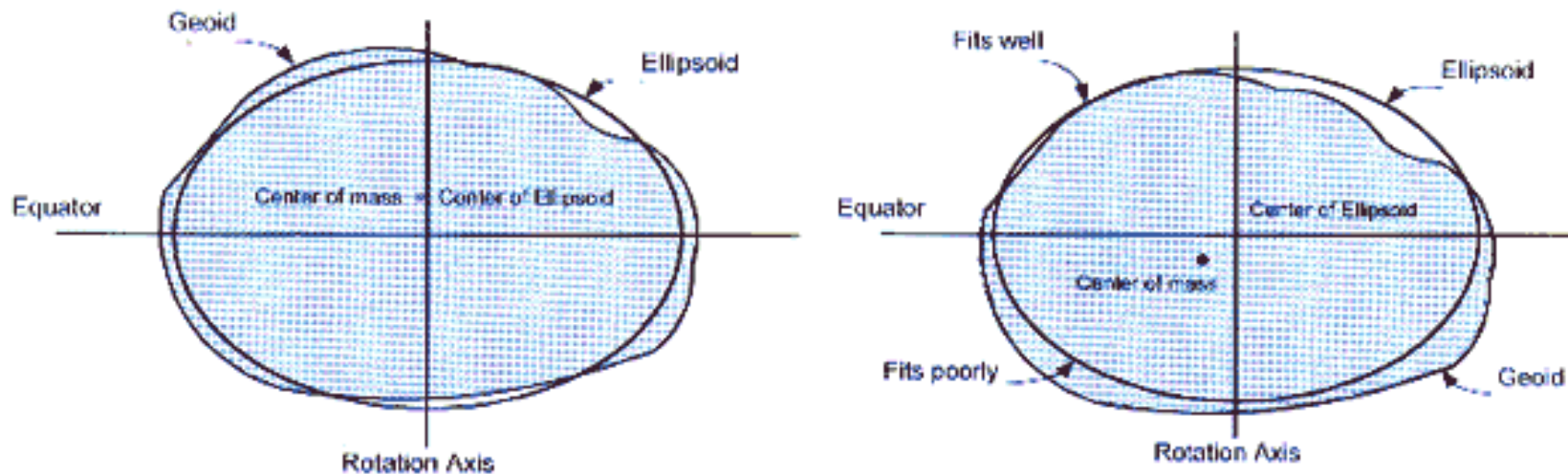


Figure 2. Global Datum (left) and Local Datum (right)