

Що таке система координат? І чому їх така неймовірна множина? Невже не можна придумати одну універсальну систему і скрізь її використати?

Виявляється не можна. Давайте розберемося чому.

Спершу з'ясуємо, що ховається під таким загальновживаним визначенням - "система координат". Система координат - це спосіб завдання положення точок в просторі. Головна властивість усіх систем координат - положення будь-якої точки однозначно визначається її координатами. Так само як за адресою можна знайти лише одну будівлю в межах міста.

Люди здавна вимірювали все, що піддається виміру. Відстань, швидкість, час. Технологічний прогрес цивілізації можна простежити по еволюції вимірювальних приладів : від мотузка з вузликами до надточного атомного годинника. І будь-які виміри в просторі немислимі без системи координат. Найвідоміша з усіх і широковикористовувана, безумовно, прямокутна система координат.

Існують ще полярна, сферична і багато інших систем.

Навіщо стільки? Наведу такий приклад. Перед вами стоїть завдання отримати координати точок, що лежать на колі. Можна використовувати прямокутну систему координат і отримати пари координат X і Y , по черзі вимірюючи положення кожної точки. Але можна перейти до полярної системи координат, одноразово виміряти радіус кола R і далі вимірювати кут між відрізком-радіусом (званим радіус-вектором) і однієї з прямокутних осей. Другий спосіб видається більш простим.

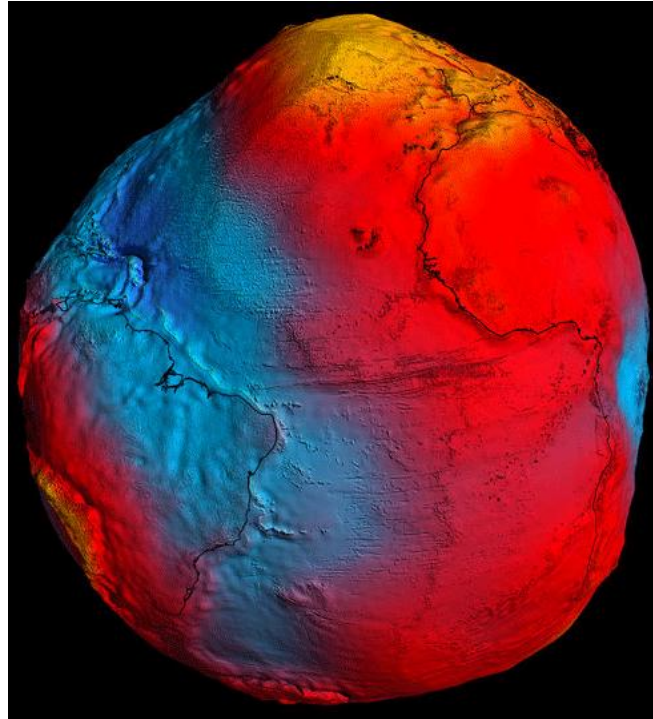
Отже, вибір конкретної системи координат залежить в першу чергу від зручності застосування для поставленого завдання.

А так багато систем координат пояснюється різноманіттям світу і широтою людської діяльності.

Тепер від геометрії перейдемо до геодезії. Геодезичні системи координат мають більш широке визначення. Так, вони теж задають положення точок в просторі, і простором в цьому випадку завжди служить наша планета, але так як наша планета НЕ куля ідеально сферичної форми то існує безліч геодезичних систем координат, а з ними і стільки складнощів при переході від однієї системи до іншої

Слайд 2

Математично точно описати фігуру Землі практично неможливо, тому що неможливо поставити кінцеву функцію, яка представить поверхню Землі. Спрощене уявлення фігури Землі - це геоїд.

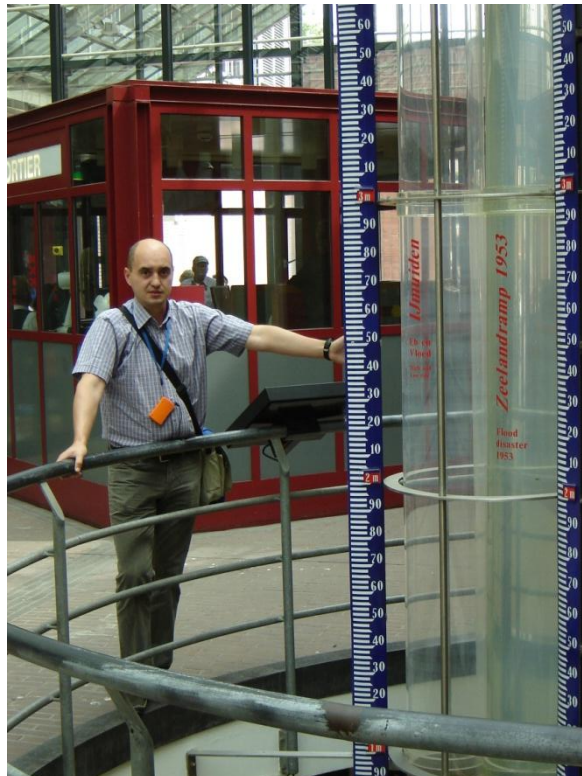


Фігура, яка виходить, якщо уявити, що на нашій планеті немає материків і островів, а є лише нескінченний світовий океан. Поверхня цього океану і визначить поверхню геоїда. Основна властивість геоїда в тому, що вектор сили тяжіння в будь-якій точці геоїда перпендикулярний його поверхні (становить з поверхнею прямий кут).

Якщо ми прив'яжемо до нитки вантаж, то нитка вкаже нам напрямок точно в центр мас Землі, а для геоїда ще й буде перпендикулярна його поверхні. Фігура геоїда постійно уточнюється і ускладнюється. Але навіть спрощений і неточний геоїд для практичного застосування виявився занадто складним.

З давніх часів Земля розкреслена меридіанами і паралелями і координати на її поверхні визначаються двома кутами - широтою і довготою. Широта відраховується від екватора до північного полюса і до південного (північний полюс це 90° північної широти, а південний - 90° південної широти). Довгота ж відраховується від нульового меридіана на захід і схід. Нульовий меридіан проходить через Грінвіцьку обсерваторію, яка знаходиться у Великобританії. Чому, наприклад, не через Єлисейські поля в Парижі? Просто так склалося історично, хоча претендентів провести нульовий меридіан через задній двір рідного університету або обсерваторії було досить.

Слайд 3

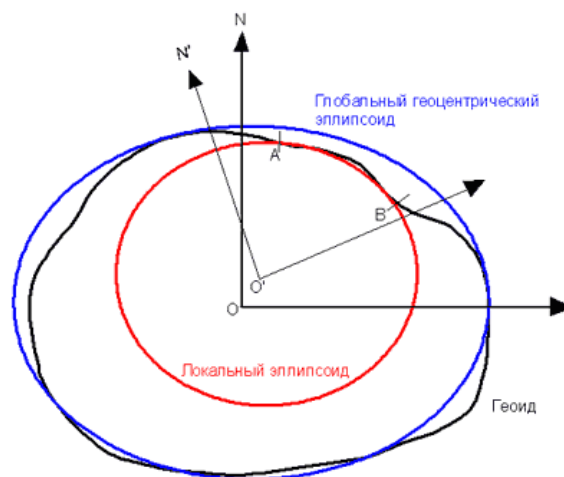


Амстердамський футшток – відлік висот для Європи

Потім виявилося, що Земна куля сплюснута біля полюсів і є еліпсоїдом. Еліпсоїди і донині використовуються для завдання форми Землі. Вони представляють занадто спрощену модель, але, згадаємо, що колись Землю взагалі вважали плоскою.

Чому говоримо тут про безліч еліпсоїдів? Невже не можна обійтися одним?

Слайд 4



Не існує єдиного універсального еліпсоїда, який точно б повторював поверхню Землі у всіх точках.

З настанням космічної ери фігура Землі була виміряна максимально точно, і на підставі даних вимірювань отримали параметри загальноземного еліпсоїда, середньоквадратичне відхилення поверхні (похибка) від істинного значення

(від найбільш точного геоїда) для всієї планети у якого мінімально. Найпопулярніший в наші дні еліпсоїд - WGS84, який представляє собою уточнений еліпсоїд GRS 80.

На ньому заснована загальносвітова геодезична система координат, WGS 84. Вона відома, в першу чергу, завдяки широкому розповсюдженню супутникової навігації (GPS), що використовує цю систему. WGS 84 - це геоцентрична система координат, тобто початок відліку для неї - центр Землі. Координати задаються в градусах, як широта і довгота, відповідно від екватора і Грінвіча. Але як ми вже повинні розуміти ці кути вимірюються на еліпсоїді, прийнятому за основу, а це означає, що, використовуючи інший еліпсоїд, ми отримаємо інші координати ТІЄ Ж точки.

Так що, якщо ви маєте географічні координати, відразу поцікавтеся, на якому еліпсоїді вони виміряні.

Слайд 4

На території СРСР використовувався інший еліпсоїд - еліпсоїд Красовського. Його параметри були отримані в 1940 році методом високоточних геодезичних вимірювань. Так як цей еліпсоїд спочатку призначався для державної системи координат, він досить точно описує поверхню планети для всієї території колишнього СРСР і непридатний для використання, наприклад, в Австралії. Для переходу з однієї системи координат до іншої існує набір параметрів, названий геодезичним датумом. Строгий підхід має на увазі складну математику, але навіть спрощений спосіб перерахунку координат дає достатню точність.

Параметри перетворення СК-42 в WGS84

	$\Delta X,$ m	$\Delta Y,$ m	$\Delta Z,$ m	$\Omega X,$ "	$\Omega Y,$ "	$\Omega Z,$ "	Δs
Projection Utility в ArcView, ERDAS Imagine (преобразование Молоденского)	28	-130	-95	-	-	-	-
ERDAS Imagine (преобразование по 7 параметрам)	27	-135	-84.5	0	0	-0.2686	0.2263
Image Processor (преобразование по 7-ми параметрам)	24	-123	-94	0.02	-0.25	-0.13	1.1

Тепер перейдемо від глобуса до паперової карті. Як вийшло опуклу поверхню Землі розмістити на плоскій карті?

Для того щоб зрозуміти наскільки це непросте завдання, спробуйте акуратно зрізати частину шкірки апельсина, покласти її на стіл і придавити, щоб зробити

пласкою. Шкірочка, швидше за все, лопне, наводячи нас на думку, що створення плоских карт опуклою поверхні зовсім нетривіальне завдання. Процес розплющування апельсинової шкірки, по-розумному, називається переходом від сферичної системи координат (еліпсоїда) до плоскої (карті). І виконується це за допомогою проектування.

Тут треба згадати основи креслення. Проекція - це уявлення об'ємної фігури на площині. У нашому випадку, такою фігурою є земна поверхня. Різновидів проєкцій багато, але класифікуються вони зазвичай за своїми властивостями зберігати кути і/або відстані при проектуванні. Тінь - найпростіший приклад проєкції освітлюється предмета на площину. Важливо запам'ятати, що будь-яка проєкція вносить спотворення до форми геометричної фігури, або з'їдає більшу частину інформації про неї.

Наприклад, якщо висвітлити сірникову коробку ліхтариком, то по його тіні ми не зможемо відновити справжню форму освітлюваного об'єкта - коробка.

Слайд 5

Картографічні проєкції - це спосіб представлення земної поверхні на плоскій карті. Найвідоміша і часто використовувана картографічна проєкція - поперечно-циліндрична. Щоб уявити собі як виходить дана проєкція треба включити просторову уяву. Візьмемо, подумки, циліндр і кульку однакового діаметра. Кулька - це наша планета. Для спрощення припустимо, що вісь її обертання спрямована вертикально вгору.

У такому положенні помістимо кульку всередину горизонтально розташованого циліндра. Кулька буде стикатися з циліндром по меридіану (вертикальна лінія). Тепер спроектуємо наш кульку на поверхню циліндра. Якщо незрозуміло як це зробити, уявіть собі пучок паралельних променів пронизуючих кульку і переносять його зображення на циліндр, на поверхні циліндра виходить ніби фотографія кульки. Потім циліндр розріжемо уздовж і розгорнемо - ми отримали уявлення нашої кульки на площині - його проєкцію (рис.1).



Рис. 1. Поперечно-циліндрична проєкція

У картографії набули поширення два різновиди поперечно-циліндричної проєкції:

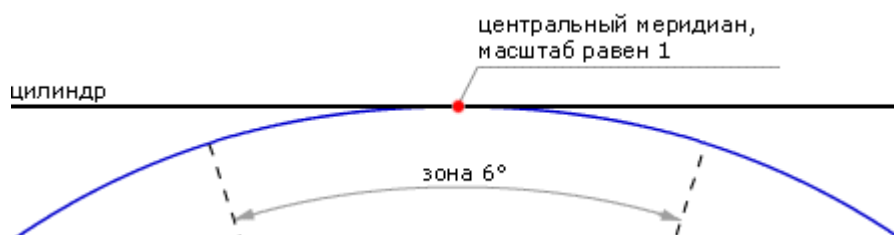
1. Проекція Гаусса-Крюгера (на території колишнього СРСР).
2. UTM - універсальна поперечна проекція Меркатора (у всьому світі).

Слайд 6

Різниця між цими двома проекціями зовсім незначна. Те, що ми з вами представляли - це і була проекція Гаусса-Крюгера, в ній наш уявний кульку стикався з циліндром в одному місці. У проекції UTM такий перетин утворювався в двох місцях.

Розглянута поперечно-циліндрична проекція не спотворює кути, а лише спотворює відстані. Причому істинні відстані будуть тільки в місцях дотикання циліндра і нашої уявної кульки. В інших областях відстані спотворюються. Величина спотворень відстаней задається масштабним коефіцієнтом - числом, на яке треба помножити довжину спроектованого відрізка для отримання істинної його довжини.

У проекції Гаусса-Крюгера циліндр торкається еліпсоїда по центральному меридіану, масштаб (scale) уздовж нього дорівнює 1.



UTM - це проекція на січний циліндр і масштаб дорівнює одиниці вздовж двох січних ліній, віддалених від центрального меридіана на 180 000 м.

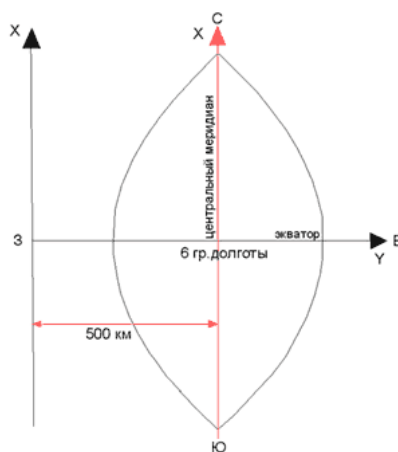


Проекції Гаусса-Крюгера і UTM ділять земний еліпсоїд на зони. Зона - це область, яка бере участь в проектуванні. Тобто одна зона - це одна проекція. І в UTM і в проекції Гаусса-Крюгера використовуються зони в 6° . Провівши нескладні розрахунки: $360^\circ / 6^\circ = 60$, отримуємо необхідну кількість зон, щоб спроектувати на площину весь земний еліпсоїд. Центральний меридіан кожної зони називають також осьовим меридіаном. Зони нумеруються із заходу на схід, від Грінвіча для проекції Гаусса-Крюгера і від -180° для UTM. Для проекції Гаусса-Крюгера меридіани 0° і 6° окреслюють межі першої зони,

осьової меридіан - 3° , 6° та 12° - кордону другої зони, осьової меридіан - 9° і т.д. поки не буде розділений весь еліпсоїд.

Слайд 7

Після проектування зони на площину ми отримуємо пелюстка, контур якого - це меридіани - межі зони. Тепер необхідно перейти до якоїсь системи координат на площині. Інакше, навіщо ми все це затіяли? Початком відліку такої системи координат була обрана точка перетину центрального меридіана зони з екватором. Зона покривається кілометровою сіткою - розкреслювали вертикальними і горизонтальними лініями, які паралельні, відповідно, центральному меридіану і екватору.

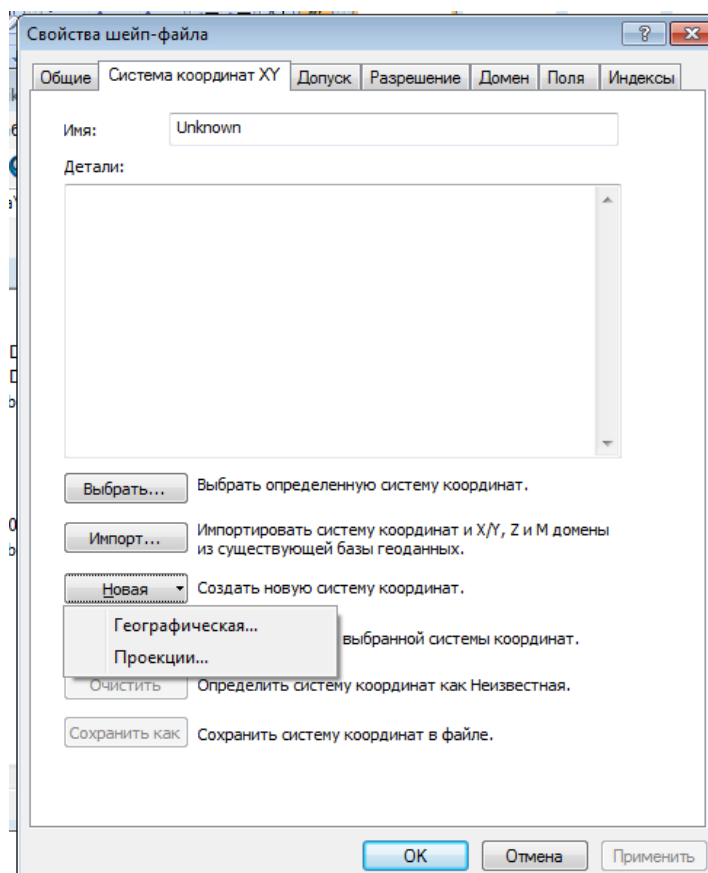
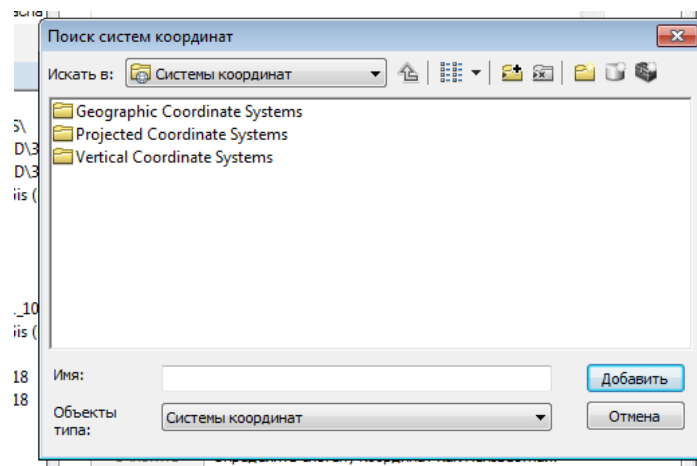
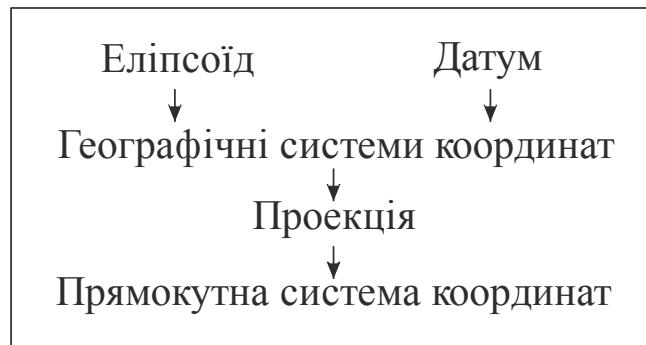


Отже, початок відліку цих проекцій - це центр зони. Але це точка не має координат 0,0. Вводиться так зване зсув - додаткові величини, які виключають негативні значення координат в межах зони. Центру зони призначили координати 10 000 км (зміщення на північ) і 500 км (зміщення на схід).

Ми з вами зробили важливе дію - перейшли від сферичної системи координат (широта, довгота на земному еліпсоїді) до плоскої (метри в прямокутній системі координат). При цьому змінився центр системи - початок відліку координат. Як ми пам'ятаємо, в сферичній системі координат, що використовує земний еліпсоїд за початок відліку приймається центр цього еліпсоїда - це геоцентрична система.

Плоскі ж системи координат називають топоцентричними, їх початок відліку знаходиться в площині проекції.

Тепер, сподіваюся, розуміючи основи використовуваних в картографії і геодезії систем координат і проекцій, перейдемо до перерахунку координат з однієї системи в іншу.



Новая географическая система координат

Имя:

Датум

Имя:

Сфероид

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Большая по

Имя:

Готово Отмена

Новая географическая система координат

Имя:

Датум

Имя:

Сфероид

Имя:

Большая полуось:

Малая полуось:

Обратное сжатие:

Угловая единица измерения

Имя:

Радян в единице:

Начальный меридиан

Имя:

Долгота: ° ′ ″

Готово Отмена

Новая система координат проекции

Имя:

Проекция

Имя: **Altoff**

Параметр	Значение
False_Easting	0,000000000000000000
False_Northing	0,000000000000000000
Central_Meridian	0,000000000000000000
Scale_Factor	1,000000000000000000
Latitude_Of_Origin	0,000000000000000000

Линейные единицы измерения

Имя:

Метров в единице:

Географическая система координат

Новая система координат проекции

Имя:

Проекция

Имя: **Gauss_Kruger**

Параметр	Значение
False_Easting	0,000000000000000000
False_Northing	0,000000000000000000
Central_Meridian	0,000000000000000000
Scale_Factor	1,000000000000000000
Latitude_Of_Origin	0,000000000000000000

Линейные единицы измерения

Имя: **Meter**

Метров в единице: **1**

Географическая система координат

Параметры УСК-2000
паспорти систем координат