

КАРТОГРАФІЯ - Вступна лекція

Що таке картографія?

- **картографія - це наука, мистецтво і технологія створення карт**
 - поєднує точні математичні розрахунки з естетичним оформленням, використовує сучасні комп'ютерні технології для виробництва картографічної продукції
- **для нас, геодезистів, це інструмент перетворення точних вимірювань у візуальні продукти**
 - всі наші польові вимірювання стають зрозумілими замовнику саме через карти та плани
- **кожна геодезична зйомка завершується картою або планом**
 - це кінцевий продукт нашої роботи, який передається замовнику для прийняття рішень
- **предмет картографії - вивчення просторових взаємозв'язків**
 - досліджує як об'єкти розташовані відносно один одного, їх взаємний вплив та зв'язки
- **об'єкт - карти та картографічні продукти**
 - вивчаємо самі карти, їх властивості, способи створення та використання

Як досліджують у картографії

Математичні методи:

- **теорія картографічних проекцій - як перетворити еліпсоїд на площину**
 - Земля має форму еліпсоїда, а карта плоска - потрібні складні математичні формули для такого перетворення
- **перетворення між системами координат (між різними датурами)**
 - різні країни використовують різні системи, потрібно вміти переводити координати з однієї в іншу
- **розрахунки масштабів і аналіз спотворень**
 - визначаємо оптимальний масштаб для конкретної задачі та мінімізуємо немінучі спотворення

Методи зйомки:

- **класичні геодезичні зйомки**
 - традиційні методи з тахеометрами та нівелірами, які дають найвищу точність для локальних робіт
- **фотограмметрія**
 - отримання координат точок з фотознімків, особливо з дронів та літаків
- **GPS/GNSS - сучасне позиціонування**
 - супутникові системи дозволяють визначити координати в будь-якій точці Землі з високою точністю

Структура картографії - основні розділи

Математична картографія

- **це основа для нас, геодезистів**
 - без розуміння математичних основ неможливо створити точну карту

- **займається проєкціями (конформні, рівновеликі, рівновіддалені)**
 - конформні зберігають кути (для навігації), рівновеликі - площі (для статистики), рівновіддалені - відстані (для вимірювань)
- **вивчає координатні системи - UTM, нашу УСК-2000**
 - UTM використовується по всьому світу, УСК-2000 - офіційна система України з 2000 року
- **інтегрує GPS-вимірювання з існуючими системами**
 - GPS дає координати в WGS84, а нам потрібно перевести їх в місцеву систему координат

Цифрова картографія

- **найактуальніший розділ сьогодні**
 - паперові карти відходять в минуле, все переходить в цифру
- **ГІС - географічні інформаційні системи**
 - це не просто карти, а бази даних з просторовою прив'язкою, де можна робити складний аналіз
- **веб-картографія, інтерактивні карти**
 - карти в браузері, які можна масштабувати, додавати шари, робити запити
- **бази просторових даних**
 - зберігання мільйонів об'єктів з координатами та атрибутами в спеціальних базах даних

Топографічна картографія

- **безпосередньо пов'язана з нашою роботою**
 - саме топографічні карти створюють геодезисти після польових робіт
- **великомасштабне картографування**
 - детальні карти масштабу 1:500 - 1:5000 для проектування та будівництва
- **детальне відображення рельєфу**
 - горизонталі, відмітки висот, урізи води - все що характеризує форму земної поверхні
- **стандарти точності для різних масштабів**
 - для масштабу 1:500 точність 0.1м, для 1:5000 - 1м, все регламентовано нормативами

Зв'язок картографії з геодезією

- **геодезичні зйомки створюють опорні пункти - "скелет" для карт**
 - спочатку створюємо мережу точок з точними координатами, потім від них знімаємо все інше
- **кожна карта базується на геодезичних даних (WGS84, УСК-2000)**
 - даних визначає початок координат, орієнтацію осей та параметри еліпсоїда
- **потрібні параметри: референційний еліпсоїд, початкові точки, гравітаційне поле**
 - еліпсоїд апроксимує форму Землі, початкові точки задають прив'язку, гравітація впливає на висоти

Як змінювались методи:

- **раніше (1807-1980) - триангуляція, теодоліти, точність 1:200,000**
 - будували трикутники між вишками, вимірювали кути, обчислювали сторони за формулами
- **використовували сталеві стрічки, дерев'яні вишки**

- базисні лінії мірили 24-метровими інварними дротами, вишки будували до 40м заввишки
- **рахували вручну з логарифмічними таблицями**
 - один трикутник могли обчислювати тижнями, використовуючи 7-значні таблиці логарифмів
- **зараз (1980-сьогодні) - GPS революція, сантиметрова точність**
 - супутники дають координати за секунди з точністю до сантиметрів при правильній обробці
- **RTK в реальному часі**
 - отримуємо точні координати прямо в полі без постобробки, працюємо в 10 разів швидше
- **хмарні ГІС-платформи**
 - дані зберігаються в хмарі, доступ з будь-якого пристрою, одночасна робота багатьох користувачів

Основні поняття - треба знати

Карта vs План - в чому різниця?

Карти:

- **малий масштаб (1:25,000 і менше)**
 - показують великі території, але з меншою деталізацією
- **великі території (більше 250 км²)**
 - області, країни, континенти - все що не поміститься на план
- **враховують кривизну Землі через проекції**
 - на таких відстанях кривизна стає помітною, потрібні складні перетворення

Плани:

- **великий масштаб (1:500 - 1:5,000)**
 - показують малі території, але дуже детально, видно кожен будинок
- **малі ділянки (менше 250 км²)**
 - земельні ділянки, квартали, невеликі населені пункти
- **поверхня вважається плоскою**
 - на малих відстанях кривизною можна знехтувати, що спрощує розрахунки
- **часто мають юридичну силу**
 - кадастрові плани, межові плани - офіційні документи для реєстрації прав

Картографічні проекції

- **це математичне перетворення з кулі на площину**
 - неможливо розгорнути сферу на площину без спотворень, як шкірку апельсина
- **жодна проекція не може зберегти всі властивості**
 - завжди щось спотворюється: або кути, або площі, або відстані

Типи:

- **конформні - зберігають кути (UTM, наша державна система)**
 - важливо для навігації та геодезичних робіт, де потрібні правильні кути
- **рівновеликі - зберігають площі**
 - для статистичних карт, де порівнюють площі регіонів
- **рівновіддалені - зберігають відстані від певних точок**

- для спеціальних задач, наприклад, радіонавігації
- **компромісні - балансують спотворення**
 - намагаються мінімізувати всі види спотворень для загального використання

Масштаб

- **відношення відстані на карті до відстані в реальності**
 - 1:1000 означає що 1 см на карті = 1000 см (10 м) на місцевості
- **великомасштабні (1:500-1:10,000) - для кадастру, інженерних планів**
 - видно окремі будівлі, інженерні мережі, межі ділянок
- **середньомасштабні (1:10,000-1:100,000) - топокарти**
 - основні топографічні карти для різних господарських потреб
- **маломасштабні (більше 1:100,000) - регіональні карти**
 - оглядові карти областей, країн для загального планування
- **чим більший масштаб, тим вища потрібна точність геодезичних робіт**
 - для масштабу 1:500 помилка в 5 см вже критична, для 1:100,000 - несуттєва

Генералізація

- **спрощення інформації при зменшенні масштабу**
 - не можна показати всі деталі на дрібному масштабі, треба вибирати головне
- **операції: відбір (що показати), спрощення (менше деталей), згладжування, агрегація (об'єднання), переміщення (для ясності)**
 - відбір - залишаємо тільки важливі об'єкти; спрощення - спрямляємо звивисті лінії; згладжування - робимо плавніші контури; агрегація - об'єднуємо окремі будинки в квартали; переміщення - розсуваємо близькі об'єкти для читабельності
- **визначає, які опорні пункти включати на різних масштабах**
 - на плані 1:500 показуємо всі репери, на карті 1:100,000 - тільки основні триангуляційні пункти

Сучасні технології

ГІС платформи

- **ArcGIS - використовують 70% компаній Fortune 500**
 - найпотужніша комерційна ГІС з величезним функціоналом та підтримкою
- **студентська ліцензія - \$100/рік**
 - повнофункціональна версія за символічну плату для навчання
- **QGIS - безкоштовний, 70+ форматів, 500+ плагінів**
 - відкрита альтернатива, не поступається комерційним аналогам для більшості задач

Веб-картографія

- **Leaflet - легкий (42KB), для мобільних**
 - JavaScript бібліотека для простих інтерактивних карт на сайтах
- **Mapbox - підтримує 3D рельєф**
 - потужна платформа для створення красивих карт з 3D візуалізацією

3D картографування

- **ArcGIS 3D Analyst, QGIS 3D**

- модулі для роботи з тривимірними даними в настільних ГІС
- **Cesium для онлайн 3D**
 - веб-платформа для 3D глобусів та карт прямо в браузері
- **AutoCAD Map 3D**
 - поєднання CAD та ГІС для інженерних проектів

Програми для геодезистів

- **Carlson Survey - інтеграція з колекторами даних**
 - імпорт даних з тахеометрів, автоматична побудова планів
- **Trimble Business Center - обробка GPS/GNSS**
 - постобробка супутникових спостережень, урівнювання мереж
- **Pix4D - для дронів**
 - створення ортофотопланів та 3D моделей з аерознімків
- **CoProcess - для LiDAR**
 - обробка хмар точок лазерного сканування, класифікація об'єктів

Приклади з України

Державні проекти

- **Кадастр 2.0 (2019) - цифровізація земельних відносин**
 - перехід на електронні сервіси, онлайн-реєстрація, публічна кадастрова карта
- **Національна інфраструктура просторових даних (2020)**
 - єдина система обміну геоданими між державними органами
- **Єдина цифрова топобаза (2021)**
 - створення актуальних топографічних карт всієї території країни
- **Національний геопортал для планування відновлення**
 - централізований доступ до всіх просторових даних для відбудови

Картографія під час війни

- **UNDP оцінив 426 населених пунктів, 1.3 млн будівель**
 - детальна фіксація руйнувань для планування відновлення та компенсацій
- **ETH Zurich "Mapping Ukraine" - використовує машинне навчання для оцінки пошкоджень**
 - автоматичний аналіз супутникових знімків для швидкої оцінки масштабів руйнувань
- **створюють просторово-часовий реєстр доказів**
 - фіксація воєнних злочинів з прив'язкою до місця та часу для міжнародних судів

Гірнична промисловість

- **Україна має 5% світових мінеральних ресурсів**
 - величезний потенціал для розвитку видобувної галузі
- **титан - 7% світових запасів**
 - стратегічний метал для авіакосмічної промисловості
- **літій - найбільші запаси в Європі**
 - критично важливий для виробництва батарей електромобілів
- **картографують межі концесій, моніторять осідання**
 - точне визначення ділянок для видобутку, контроль впливу на довкілля

Міське планування

- **Київ - історичний атлас архітектурної спадщини**
 - збереження пам'яті про історичну забудову для реставрації
- **Харків - план відновлення з Norman Foster Foundation**
 - світові архітектори допомагають планувати відбудову
- **Львів - перший український атлас європейських міст**
 - інтеграція в європейський картографічний простір
- **Миколаїв - новий генплан з One Works**
 - сучасне бачення розвитку міста після війни

OpenStreetMap

- **український сайт openstreetmap.org.ua**
 - локальна спільнота волонтерів-картографів
- **під час війни ввели мораторій на редагування (безпека)**
 - не оновлюють військові об'єкти та критичну інфраструктуру
- **дані завантажили 300+ разів для гуманітарних цілей**
 - використовують для доставки допомоги та евакуації

Що потрібно вміти картографу-геодезисту

Обов'язкові навички:

- **володіння ГІС (ArcGIS, QGIS)**
 - основні інструменти для створення та аналізу карт
- **програмування - Python, SQL, JavaScript**
 - автоматизація рутинних процесів, робота з базами даних, веб-картографія
- **дистанційне зондування, фотограмметрія**
 - обробка космічних знімків та аерофотознімків
- **робота з GPS, RTK, GNSS**
 - сучасні методи визначення координат
- **розуміння координатних систем і трансформацій**
 - фундаментальні знання для правильної прив'язки даних

Освіта:

- **мінімум бакалавр з геодезії/географії/геоматики**
 - базова вища освіта обов'язкова для розуміння теорії
- **магістр для просунутих позицій**
 - керівні посади та складні проекти вимагають глибших знань
- **постійне навчання новим технологіям**
 - галузь швидко розвивається, потрібно встигати за новинками

Ринок праці в Україні:

- **середня зарплата 32,500 грн (зросла на 44% за рік)**
 - попит перевищує пропозицію, зарплати ростуть
- **високий попит через відновлення**
 - потрібні фахівці для відбудови інфраструктури
- **особливо цінується знання QGIS, просторового аналізу**
 - практичні навички важливіші за теоретичні знання