

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

О. В. Афанасьєв, А. А. Євдокімов

ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТВОРЕННЯ КАРТ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2024

Афанасьєв О. В. Засоби автоматизації створення карт : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / О. В. Афанасьєв, А. А. Євдокімов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024. – 72 с.

Автори:

канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв;
канд. техн. наук, доц. А. А. Євдокімов

Рецензент

С. Г. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент кафедри Земельного адміністрування та геоінформаційних систем (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 16.08.2024.

© О. В. Афанасьєв, А. А. Євдокімов, 2024
© ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2024

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 6 |
| ТЕМА 1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ У КАРТОГРАФІЇ..... | 8 |
| 1.1 Класичні та сучасні методи картографічних досліджень..... | 8 |
| 1.1.1 Класичні методи картографічних досліджень..... | 8 |
| 1.1.2 Сучасні методи картографічних досліджень..... | 9 |
| 1.2 Аналіз картографічного методу досліджень на різних етапах..... | 10 |
| 1.2.1 Вступ до картографічного методу..... | 10 |
| 1.2.2 Етапи розвитку картографічного методу..... | 10 |
| 1.2.3 Застосування картографічного методу..... | 11 |
| 1.2.4 Переваги та недоліки картографічного методу..... | 11 |
| 1.2.5 Картографічний метод у сучасних дослідженнях..... | 11 |
| 1.3 Міжнародний досвід у сфері картографічних досліджень..... | 12 |
| 1.3.1 Використання ГІС у міжнародних дослідженнях..... | 12 |
| 1.3.2 Дистанційне зондування Землі..... | 12 |
| 1.3.3 Big Data та картографія..... | 13 |
| 1.3.4 Співпраця та стандартизація..... | 13 |
| ТЕМА 2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФУВАННЯ..... | 15 |
| 2.1 Аналіз існуючих підходів до цифрового картографування..... | 15 |
| 2.2 Цифрова та електронна карта..... | 17 |
| 2.2.1 Визначення та особливості..... | 17 |
| 2.2.2 Типи цифрових та електронних карт..... | 17 |
| 2.2.3 Технології створення та використання..... | 18 |
| 2.2.4 Переваги та недоліки..... | 19 |
| 2.2.5 Застосування..... | 19 |

| | |
|---|----|
| 2.3 Зміст цифрових карт..... | 20 |
| 2.3.1 Основні компоненти цифрових карт..... | 20 |
| 2.3.2 Рівні деталізації цифрових карт..... | 21 |
| 2.4 Особливості візуалізації цифрових картографічних даних..... | 22 |
| ТЕМА 3 МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ..... | 25 |
| 3.1 Тенденції застосування математичних та картографічних моделей..... | 25 |
| 3.2 Прийоми математико-картографічного моделювання..... | 27 |
| 3.3 Особливості інтерпретації результатів математико- картографічного моделювання..... | 29 |
| ТЕМА 4 ТЕНДЕНЦІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ В КАРТОГРАФІЇ..... | 32 |
| 4.1 Сучасні напрями автоматизованого картографування..... | 32 |
| 4.2 Електронна картографічна система..... | 34 |
| 4.3 Автоматизовані процеси зі створення моделей просторових даних та принципи їхньої організації..... | 36 |
| ТЕМА 5 ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ЦИФРОВОМУ КАРТОГРАФУВАННІ..... | 40 |
| 5.1 Аналіз та обґрунтування програмних продуктів для цифрового картографування..... | 40 |
| 5.1.1 Основні вимоги до програмних засобів для цифрового картографування..... | 41 |
| 5.1.2 Огляд основних програмних продуктів для цифрового картографування..... | 41 |
| 5.2 Особливості використання автоматизованих програм цифрового картографування на платформах CAD та GIS..... | 42 |
| 5.3 Класифікації та кодування картографічної інформації..... | 45 |
| ТЕМА 6 СУЧАСНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ КАРТОГРАФУВАННІ..... | 49 |

| | |
|--|----|
| 6.1 Особливості формування баз геоданих цифрових карт..... | 49 |
| 6.2 Побудова просторових наборів даних цифрової карти..... | 50 |
| 6.3 Алгоритми просторового аналізу..... | 52 |
| ТЕМА 7 ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДАННЯ ЦИФРОВИХ КАРТ..... | 56 |
| 7.1 Особливості подання цифрових картографічних моделей..... | 56 |
| 7.2 Проєктування карт. Етапи складання карт. Принципи складання та оформлення карт..... | 58 |
| 7.3 Напрями інтерпретації картографічних даних..... | 61 |
| ТЕМА 8 ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ КАРТ..... | 65 |
| 8.1 Прикладні завдання з використанням автоматизованого створення цифрових карт..... | 65 |
| 8.2 Приклади автоматизованого створення цифрових карт..... | 67 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 70 |

ВСТУП

Картографія є наукою та мистецтвом створення карт, яка постійно еволюціонує під впливом технологічного прогресу. З розвитком цифрових технологій та глобалізації картографічні дослідження стали важливими не тільки для географії, але й для багатьох інших дисциплін, таких як геоінформатика, урбаністика, екологія тощо.

Картографічний метод дослідження – камеральний метод наукового дослідження, у якому карта виступає як модель досліджуваного об'єкта і проміжна ланка між об'єктом і дослідником. Метод використовують для опису, аналізу та пізнання природних явищ, отримання нових знань і характеристик природних об'єктів, вивчення процесів розвитку, встановлення просторових взаємозв'язків та прогнозу явищ.

Картографічний метод дослідження всебічно розвивається з використанням новітніх здобутків картографії, математики і комп'ютерних технологій.

Картографічний метод дослідження включає різні прийоми аналізу карт:

- опис по картах;
- графічні побудови: профілі, блок-діаграми та інше;
- виміри по картах (картометрія), математичну обробку цих вимірів тощо.

Розрізняють дослідження з окремих карт і по серіях карт різної тематики, різночасним і різномасштабним.

Картографічний метод дослідження використовують у географії, геології, біології та інших природничих науках, у господарчій, культурній, військовій та іншій діяльності людини. Картографічний метод дає змогу створювати тематичні карти, наносячи на них безліч об'єктів, відображаючи їх взаєморозташування і взаємозв'язки. Цей метод використовують на всіх етапах дослідження – від збирання вихідних даних до розроблення нових наукових матеріалів. Складання

різноманітних тематичних карт підвищує інформаційну місткість наукового матеріалу. Карти є дієвим інструментом наукових досліджень.

Після вивчення курсу претендент повинен вміти використовувати сучасне програмне забезпечення для роботи з картою. Знати основні етапи і процеси зі створення карт.

Дисципліна складається із трьох змістових модулів:

Змістовий модуль 1. Технологія складання карт.

Змістовий модуль 2. Автоматизована картографія.

Змістовий модуль 3. Етапи автоматизованого створення карт.

Конспект лекцій запропоновано для аспірантів та докторантів спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій.

ТЕМА 1 СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ В КАРТОГРАФІЇ

План

- 1.1 Класичні та сучасні методи картографічних досліджень.
 - 1.1.1 Класичні методи картографічних досліджень.
 - 1.1.2 Сучасні методи картографічних досліджень.
- 1.2 Аналіз картографічного методу досліджень на різних етапах.
 - 1.2.1 Вступ до картографічного методу.
 - 1.2.2 Етапи розвитку картографічного методу.
 - 1.2.3 Застосування картографічного методу.
 - 1.2.4 Переваги та недоліки картографічного методу.
 - 1.2.5 Картографічний метод у сучасних дослідженнях.
- 1.3 Міжнародний досвід у сфері картографічних досліджень.
 - 1.3.1 Використання ГІС у міжнародних дослідженнях.
 - 1.3.2 Дистанційне зондування Землі.
 - 1.3.3 Big Data та картографія.
 - 1.3.4 Співпраця та стандартизація.

1.1 Класичні та сучасні методи картографічних досліджень

1.1.1 Класичні методи картографічних досліджень

Класичні методи дослідження в картографії включають ручне створення карт за допомогою геодезичних інструментів та паперових носіїв. Основні аспекти:

1. Геодезія та топографія: використання інструментів, таких як теодоліт, нівелір для вимірювання та картування місцевості.

2. Аналогова картографія: створення карт вручну на папері, використовуючи традиційні методи малювання та каліграфії.

3. Аналіз географічних об'єктів: аналіз рельєфу, гідрографії, рослинності тощо.

1.1.2 Сучасні методи картографічних досліджень

Сучасні методи включають автоматизацію процесів створення карт і застосування нових технологій, що значно підвищують точність та ефективність досліджень.

Геоінформаційні системи (ГІС): інструменти для збирання, зберігання, аналізу та візуалізації просторових даних. ГІС дозволяють інтегрувати різні типи даних і створювати комплексні карти.

Дистанційне зондування (Remote Sensing): технології збору даних з віддалених платформ (супутники, дрони), які дозволяють отримувати інформацію про важкодоступні або великі території.

Цифрова картографія: створення та маніпулювання картами в цифровому форматі з використанням спеціалізованого програмного забезпечення (ArcGIS, QGIS).

3D-картографія та візуалізація: використання тривимірних моделей для відображення рельєфу, будівель, інфраструктури, що забезпечує більш реалістичне уявлення про просторові об'єкти.

Вебкартографія: геоінформаційна технологія використання карт через географічні інформаційні сервіси в інтернеті. Її головна відмінність полягає в тому, що користувач може самостійно вибирати, яка саме інформація відображатиметься на карті. Особлива увага приділяється обробці геопросторових даних. Це пов'язано з особливими аспектами збору даних та архітектурою програмного забезпечення.

1.2 Аналіз картографічного методу досліджень на різних етапах

Розглянемо аналіз картографічного методу досліджень на різних етапах.

1.2.1 Вступ до картографічного методу

Опис методу. Картографічний метод полягає у використанні карт як інструменту для дослідження та аналізу різних природних, соціально-економічних, політичних та інших процесів.

Історичний контекст. Виникнення картографічного методу пов'язане з розвитком географії та потребою візуалізації просторових даних.

1.2.2 Етапи розвитку картографічного методу

Ранні етапи (античність та середньовіччя)

Використання примітивних карт для орієнтації на місцевості. Карти мали переважно описовий характер та обмежені точністю.

Новий час (XVII–XIX століття)

Вдосконалення методів картографування, зокрема розвиток триангуляції та геодезичних зйомок.

Поява перших топографічних карт та їхнє використання в наукових дослідженнях.

Сучасний етап (XX–XXI століття)

Інтеграція геоінформаційних систем (ГІС), використання супутникових знімків та цифрових моделей.

Використання карт для аналізу складних просторових даних, таких як екологічні, кліматичні зміни, соціально-економічні процеси.

1.2.3 Застосування картографічного методу

Просторовий аналіз. Виявлення просторових закономірностей та зв'язків між явищами.

Моніторинг та прогнозування. Використання карт для спостереження за динамікою змін та прогнозування майбутніх тенденцій.

Розробка планів та проектів. Планування територій, розробка інфраструктурних проектів з урахуванням географічних особливостей.

1.2.4 Переваги та недоліки картографічного методу

Переваги:

- візуалізація великої кількості даних в наочному вигляді;
- можливість аналізу просторових зав'язків, які складно виявити іншими методами.

Недоліки:

- можлива спотвореність даних через обмеження масштабу та способу відображення;
- залежність від якості вихідних даних та точності зйомок.

1.2.5 Картографічний метод у сучасних дослідженнях

Інновації. Використання дронів, лазерного сканування, інтерактивних картографічних інструментів.

ГІС. Як основний інструмент для інтеграції та аналізу просторових даних з різних джерел.

Аналіз великих даних. Застосування карт для візуалізації та аналізу великих масивів інформації (Big Data).

1.3 Міжнародний досвід у сфері картографічних досліджень

Міжнародний досвід у картографічних дослідженнях демонструє широкий спектр підходів та методів, що використовуються для створення й аналізу карт. Сучасні технології, такі як ГІС (геоінформаційні системи), дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) і Big Data, активно інтегруються в картографічні дослідження, дозволяючи вирішувати складні завдання у різних галузях.

1.3.1 Використання ГІС у міжнародних дослідженнях

ГІС стали невід'ємною частиною сучасної картографії. Вони дозволяють інтегрувати, аналізувати та візуалізувати великі обсяги геопросторових даних.

Приклад

Європейський Союз активно використовує ГІС у межах програми Copernicus для моніторингу змін навколишнього середовища. Ця ініціатива надає дані про землекористування, морські та атмосферні умови, що дозволяє розробляти стратегії збереження екології та боротьби зі змінами клімату.

У **США** Національне управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA) використовує ГІС для моніторингу кліматичних змін, прогнозування стихійних лих і управління природними ресурсами.

1.3.2 Дистанційне зондування Землі

ДЗЗ забезпечує отримання даних з космосу, що дозволяє вивчати глобальні процеси та їхній вплив на різні території.

Приклад

NASA (США) та **ESA** (Європейське космічне агентство) здійснюють проекти на основі ДЗЗ для відстеження зміни льодовиків, тропічних лісів і рівня

Світового океану. Дані, отримані з супутників, використовуються для прогнозування природних катастроф і розробки стратегій їхнього попередження.

Китайська програма «Gaofen» спрямована на використання супутникових даних для моніторингу стану довкілля, міського розвитку та реагування на надзвичайні ситуації.

1.3.3 Big Data та картографія

Аналіз великих даних у картографії дозволяє більш точно моделювати та прогнозувати просторові процеси.

Приклад

Проект Humanitarian OpenStreetMap Team (HOT) залучає тисячі добровольців з усього світу до створення карт, що допомагають у надзвичайних ситуаціях. Використання великих даних і краудсорсингу дозволяє швидко оновлювати карти після природних катастроф, наприклад, землетрусів чи повеней.

Google Maps. Використовує великі дані для покращення точності карт, надання інформації про затори на дорогах у реальному часі та прогнозування часу подорожей.

1.3.4 Співпраця та стандартизація

Міжнародна співпраця в галузі картографії сприяє стандартизації методів і підходів, що полегшує обмін даними та досвідом між різними країнами.

Приклад

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) – ініціатива ЄС, яка встановлює загальні стандарти для геопросторових даних, що дозволяє інтегрувати та обмінюватися інформацією між європейськими країнами.

Open Geospatial Consortium (OGC) – міжнародна організація, яка розробляє стандарти для геопросторових та картографічних даних, що широко використовуються в усьому світі.

Міжнародний досвід у картографії демонструє, як сучасні технології та глобальна співпраця можуть покращити розуміння та управління просторовими процесами на різних рівнях.

Контрольні запитання

1. Назвіть класичні та сучасні методи картографічних досліджень.
2. Що таке картографічний метод досліджень?
3. Наведіть приклади міжнародного досвіду у сфері картографічних досліджень.

ТЕМА 2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

План

- 2.1 Аналіз існуючих підходів до цифрового картографування.
 - 2.2.1 Визначення та особливості.
 - 2.2.2 Типи цифрових та електронних карт.
 - 2.2.3 Технології створення та використання.
 - 2.2.4 Переваги та недоліки.
 - 2.2.5 Застосування.
- 2.2 Цифрова та електронна карта.
- 2.3 Зміст цифрових карт.
 - 2.3.1 Основні компоненти цифрових карт.
 - 2.3.2 Рівні деталізації цифрових карт.
- 2.4 Особливості візуалізації цифрових картографічних даних.

2.1 Аналіз існуючих підходів до цифрового картографування

Цифрове картографування є невід’ємною частиною сучасної географічної науки, яка поєднує традиційні картографічні принципи з інноваційними цифровими технологіями. З розвитком інформаційних технологій з’явилися різні підходи до створення та використання цифрових карт. Ці підходи можна класифікувати за кількома критеріями, такими як методи збору даних, способи їхньої обробки, моделювання та візуалізації просторової інформації.

1. Класичні ГІС-підходи.

Класичні геоінформаційні системи (ГІС) використовуються для створення, аналізу та управління цифровими картами. Основою цього підходу є бази даних, які зберігають просторову інформацію у вигляді векторних (точки, лінії,

полігони) та растрових (піксельних) форматів. Основні етапи включають збір геопросторових даних, їхню векторизацію або растеризацію та подальшу інтеграцію в ГІС-платформи.

Класичні ГІС-підходи дозволяють виконувати складні просторові аналізи, наприклад, моделювання територій, аналіз потоків, зонування тощо. Використання таких програмних пакетів, як ArcGIS, QGIS, дозволяє автоматизувати процеси картографування та створювати інтерактивні карти з широким спектром аналітичних інструментів.

2. Вебкартографування.

Вебкартографування є новим напрямом, який набирає популярності завдяки розвитку інтернет-технологій. Цей підхід передбачає створення картографічних продуктів, які можуть бути доступні через веббраузери. Основні технології включають використання API картографічних сервісів (наприклад, Google Maps, Leaflet), хмарних платформ та вебGIS.

Вебкартографування дозволяє користувачам взаємодіяти з картами в реальному часі, забезпечує можливість спільної роботи та оновлення картографічних даних на постійній основі. Цей підхід також підтримує адаптивний дизайн карт, що забезпечує їхнє коректне відображення на різних пристроях.

3. Картографування за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Картографування з використанням БПЛА є інноваційним підходом, що дозволяє збирати дані з високою роздільною здатністю та великою точністю. Використання дронів забезпечує можливість оперативного отримання актуальної просторової інформації, що особливо важливо для територій, які швидко змінюються.

Отримані за допомогою БПЛА дані можуть бути оброблені з використанням спеціалізованого програмного забезпечення для генерації

ортофотопланів, 3D-моделей, цифрових моделей рельєфу та інших картографічних продуктів. Це підвищує ефективність процесів моніторингу та аналізу просторових змін.

4. Картографування за допомогою супутникових знімків.

Супутникове картографування є ще одним важливим підходом, що дозволяє отримувати великомасштабні дані про Землю. Сучасні супутникові системи, такі як Sentinel, Landsat, WorldView, надають можливість отримання високоточних знімків, які можуть бути використані для створення різноманітних карт.

2.2 Цифрова та електронна карта

2.2.1 Визначення та особливості

Цифрова карта – це картографічне зображення території, створене в цифровій формі з використанням комп'ютерних технологій. Вона становить набір даних, що зберігаються на електронних носіях і можуть бути відтворені на екрані комп'ютера або іншого електронного пристрою.

Електронна карта – це цифрова карта, яка має інтерактивні можливості, дозволяючи користувачу взаємодіяти з картографічною інформацією в режимі реального часу. Електронні карти можуть бути частиною більш складних геоінформаційних систем (ГІС), що забезпечують широкий функціонал для аналізу та управління геопросторовими даними.

2.2.2 Типи цифрових та електронних карт

1. Тематичні карти. Цифрові карти, що відображають певні тематичні аспекти, такі як демографія, екологія, інфраструктура тощо.

Приклад: тематична карта розподілу забруднення повітря в місті на основі даних моніторингу.

2. **Навігаційні карти.** Електронні карти, призначені для навігації транспортних засобів, що забезпечують інформацію про маршрути, дорожні умови і транспортну інфраструктуру.

Приклад: Google Maps, яка надає інформацію про маршрути, трафік та місця на карті.

3. **Кадастрові карти.** Цифрові карти, що містять інформацію про межі та власність земельних ділянок.

Приклад: кадастрові системи для управління земельними ресурсами, такі як Public Land Survey System (PLSS) у США.

4. **Топографічні карти.** Електронні карти, що відображають рельєф місцевості та природні об'єкти з високою точністю.

Приклад: національні топографічні карти, що використовуються для планування та військових операцій.

2.2.3 Технології створення та використання

1. **Дистанційне зондування та ГІС.** Дані, отримані за допомогою супутників та аерофотозйомки, обробляються в ГІС для створення детальних цифрових карт.

Приклад: дані з супутників Landsat використовуються для оновлення карт територій, що зазнали змін через природні катастрофи.

2. **GPS та мобільні застосунки.** Навігаційні системи та застосунки, які дозволяють користувачам отримувати актуальні карти та маршрути в реальному часі.

Приклад: Waze, який використовує дані від користувачів для відображення актуальної дорожньої ситуації.

3. 3D-картографія. Використання 3D-моделей для відображення місцевості та об'єктів у тривимірному вигляді.

Приклад: Google Earth, який дозволяє переглядати тривимірні моделі будівель і природних об'єктів.

2.2.4 Переваги та недоліки

Переваги

Доступність та зручність. Цифрові карти легко доступні через інтернет і можуть бути використані на різних пристроях.

Можливість оновлення. Електронні карти можуть регулярно оновлюватися, забезпечуючи користувачів актуальною інформацією.

Інтерактивність. Користувачі можуть взаємодіяти з картою, змінювати масштаби, шукати об'єкти та отримувати додаткову інформацію.

Недоліки

Залежність від технологій. Для використання цифрових карт необхідні спеціальні пристрої та програмне забезпечення.

Приватність та безпека. Використання навігаційних та інших сервісів може створювати ризики для приватності користувачів.

Точність. Незважаючи на високі технології, деякі електронні карти можуть містити помилки або неточності, особливо в віддалених регіонах.

2.2.5 Застосування

Цифрові та електронні карти мають широкий спектр застосувань у різних галузях:

– **урбаністика:** використання карт для планування міських територій, управління транспортними потоками і моніторингу розвитку міст.

– **сільське господарство:** картографічні технології допомагають в управлінні земельними ресурсами, плануванні врожаїв і моніторингу стану сільськогосподарських угідь.

2.3 Зміст цифрових карт

2.3.1 Основні компоненти цифрових карт

Цифрові карти містять різноманітну інформацію, яка відображається у вигляді графічних символів, текстових підписів та інших елементів. Основні компоненти цифрових карт включають:

1. Географічна основа.

Природні об'єкти: гори, річки, озера, ліси, узбережжя та інші природні елементи, що складають основу карти.

Штучні об'єкти: дороги, будівлі, мости, дамби, парки та інші антропогенні об'єкти.

2. Мережа координат та сітка.

Географічні координати: широта і довгота, що визначають положення об'єктів на земній поверхні.

Геодезична сітка: відображає горизонтальні та вертикальні лінії для зручності орієнтації та вимірювання на карті.

3. Тематична інформація.

Соціально-економічні дані: інформація про населення, інфраструктуру, економічну діяльність, демографічні показники.

Природні ресурси: дані про родовища корисних копалин, ґрунтовий покрив, кліматичні умови, рослинний і тваринний світ.

4. Графічні символи та підписи.

Позначки: використання умовних позначень для ідентифікації об'єктів (наприклад, символи для будівель, доріг, водних об'єктів).

Текстові підписи: назви міст, річок, гір та інших об'єктів, а також пояснювальні написи.

5. Масштаб та легенда.

Масштаб: відношення відстані на карті до реальної відстані на місцевості.

Легенда: опис символів та позначок, що використовуються на карті, для полегшення її розуміння.

2.3.2 Рівні деталізації цифрових карт

Цифрові карти можуть мати різні рівні деталізації, залежно від призначення та масштабу:

1. Оглядові карти (макромасштабні).

Зазвичай використовуються для загального огляду великих територій (наприклад, країни або континенти).

Надають узагальнену інформацію з меншим рівнем деталізації.

Приклад: політична карта світу.

2. Топографічні карти (середньомасштабні).

Використовуються для більш детального зображення місцевості (наприклад, області, регіону).

Включають значну кількість природних та штучних об'єктів.

Приклад: топографічна карта для потреб геодезії або військових цілей.

3. Детальні карти (мікромасштабні).

Високий рівень деталізації, використовуються для детального відображення малих територій (наприклад, міст або окремих ділянок).

Включають всі елементи місцевості з високою точністю.

Приклад: міський план із детальним зображенням будівель і вулиць.

2.4 Особливості візуалізації цифрових картографічних даних

Візуалізація цифрових картографічних даних має свої особливості, які пов'язані з природою цифрових технологій і вимогами до точності та зручності використання карт. Ось основні з них:

1. Масштабування та генералізація.

Цифрові карти дозволяють змінювати масштаб відображення, що вимагає застосування різних методів генералізації, щоб уникнути перенасичення карти деталями або, навпаки, недостатньої інформативності. Генералізація включає спрощення форм об'єктів, їхнє узагальнення, об'єднання та виділення основних елементів, які залишаються зрозумілими при різних масштабах.

2. Інтерактивність.

Цифрові карти часто мають інтерактивні елементи, такі як можливість масштабування, панорамування, пошук об'єктів, додавання шарів інформації, що дозволяє користувачеві налаштовувати відображення карти під свої потреби.

3. Використання шарів.

Цифрові карти часто складаються з багатьох шарів, кожен з яких відображає певну інформацію (наприклад, дороги, рельєф, межі, забудову тощо). Це дає можливість вмикати або вимикати певні шари залежно від потреб користувача, а також комбінувати різні види даних.

4. Динамічність даних.

Цифрові карти можуть відображати динамічні дані в реальному часі, наприклад, трафік, погодні умови, розташування транспорту. Це створює необхідність адаптації візуалізації під змінні дані, забезпечуючи чіткість і актуальність інформації.

5. Кольорова схема і дизайн.

Вибір кольорів, символів та інших візуальних елементів у цифрових картах має велике значення, оскільки вони повинні бути не лише естетично приємними,

але й функціональними. Наприклад, кольори повинні бути зрозумілими для людей з кольоровою сліпотою, а символи – інтуїтивно зрозумілими.

6. Тривимірна візуалізація.

Все більше цифрових карт переходять до тривимірної візуалізації, що дозволяє точніше відображати рельєф місцевості, будівлі, інфраструктуру. Це вимагає розробки спеціалізованих алгоритмів і програм для створення та обробки тривимірних моделей.

7. Адаптивність до різних пристроїв.

Цифрові карти повинні бути адаптовані до різних типів пристроїв – комп'ютерів, планшетів, смартфонів. Це впливає на дизайн і спосіб відображення картографічної інформації, щоб забезпечити комфортне використання незалежно від розміру екрану або роздільної здатності.

8. Точність і деталізація.

Цифрові карти мають високий рівень точності, що дозволяє відображати деталі з великою точністю. Проте це вимагає високоякісних вихідних даних і відповідних алгоритмів обробки для збереження точності під час візуалізації.

9. Персоналізація.

Користувачі можуть налаштовувати карти під свої потреби, наприклад, змінювати кольори, типи символів, додавати власні позначки або шари. Це робить цифрові карти гнучкими і зручними у використанні для різних завдань.

10. Аналіз даних.

Цифрові карти часто інтегровані з інструментами для просторового аналізу даних, що дозволяє виконувати різні операції, такі як побудова ізоліній, аналіз територій або пошук оптимальних маршрутів. Візуалізація результатів такого аналізу повинна бути зрозумілою і зручною для користувача.

Ці особливості роблять цифрові карти потужним інструментом для роботи з географічними даними, дозволяючи створювати динамічні, адаптивні і персоналізовані рішення для різних сфер діяльності.

Контрольні запитання

1. Які основні підходи до цифрового картографування використовуються сьогодні, і які їхні переваги та недоліки?
2. У чому полягає відмінність між цифровою та електронною картами? Наведіть приклади використання кожного типу.
3. Які основні елементи та шари можуть бути присутніми на цифрових картах, і як вони впливають на точність та інформативність карти?
4. Як особливості візуалізації (наприклад, кольорова схема, масштабування, використання різних типів символів) впливають на сприйняття і точність інтерпретації цифрових карт?
5. Як дані про висоту місцевості відображаються на цифрових картах, і які методи використовуються для їхньої візуалізації?

ТЕМА 3 МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

План

3.1 Тенденції застосування математичних та картографічних моделей.

3.2 Прийоми математико-картографічного моделювання.

3.3 Особливості інтерпретації результатів математико-картографічного моделювання.

3.1 Тенденції застосування математичних та картографічних моделей

Що таке математико-картографічне моделювання?

Математичне моделювання – процес створення абстрактних моделей реальних процесів або об'єктів на основі математичних засобів.

Картографічне моделювання – процес подання просторових даних та взаємозв'язків між ними за допомогою карт.

Математико-картографічне моделювання – поєднання математичних моделей і картографічних методів для аналізу та візуалізації просторових даних.

1. Роль математичних та картографічних моделей в сучасній науці та технологіях.

Використання математичних моделей для прогнозування природних процесів (кліматичні зміни, землетруси, повені).

Картографічні моделі як інструмент візуалізації результатів моделювання (температурні карти, карти загроз, карти ризиків).

Інтеграція математичних моделей в геоінформаційні системи (ГІС) для просторового аналізу даних.

2. Тенденції застосування математичних моделей.

Машинне навчання і штучний інтелект. Використання алгоритмів машинного навчання для створення математичних моделей, які можуть передбачати поведінку складних систем на основі великих обсягів даних.

Big Data та аналітика. Використання великих обсягів даних для створення більш точних і деталізованих моделей.

Моделювання природних явищ. Розвиток моделей для симуляції кліматичних змін, екологічних процесів, розповсюдження хвороб тощо.

Економічне та соціальне моделювання. Застосування математичних моделей для аналізу економічних процесів, прогнозування ринкових тенденцій, моделювання соціальної поведінки.

3. Тенденції застосування картографічних моделей.

Розвиток цифрових карт. Перехід від традиційних паперових карт до інтерактивних цифрових карт, що дозволяють користувачам взаємодіяти з даними в реальному часі.

Віртуальна та доповнена реальність. Використання картографічних моделей у VR та AR для надання користувачам нового досвіду взаємодії з просторовими даними.

ГІС та 3D-картографія. Використання тривимірних моделей для точнішого відображення рельєфу місцевості, будівель та інших просторових об'єктів.

Картографічні сервіси в інтернеті. Поширення онлайн-карт, таких як Google Maps, OpenStreetMap, які надають користувачам доступ до глобальної картографічної інформації.

4. Сучасні виклики та перспективи.

Актуальність даних. Необхідність постійного оновлення даних для математичних та картографічних моделей.

Складність та точність моделей. Баланс між складністю моделей і можливістю їхнього ефективного застосування в реальних умовах.

Етичні та соціальні аспекти. Використання моделей в контексті соціальної відповідальності, збереження приватності даних та уникнення маніпуляцій.

5. Приклади сучасного використання математико-картографічних моделей.

Прогнозування погоди з використанням математичних моделей та картографічної візуалізації.

Моделювання розповсюдження інфекційних хвороб на основі геопросторових даних.

Застосування картографічних моделей для планування міст та управління природними ресурсами.

3.2 Прийоми математико-картографічного моделювання

Математико-картографічне моделювання – це методологія, яка поєднує математичні методи і картографічні техніки для створення моделей, що дозволяють відобразити і аналізувати географічні явища. У цьому підході використовуються різні прийоми, які дозволяють створювати більш точні і наочні картографічні моделі для різних цілей. Ось кілька основних прийомів математико-картографічного моделювання:

1. Прийоми узагальнення та генералізації.

Генералізація полягає у спрощенні складних географічних об'єктів або явищ за збереження їхніх основних характеристик. Це дозволяє зберегти загальну картину, яка була б важко зрозумілою при точному відтворенні всіх деталей.

Узагальнення – це процес зведення множинних елементів до спільного знаменника, наприклад, об'єднання декількох подібних об'єктів в один.

2. Аналіз просторових розподілів.

Використовуються математичні методи для аналізу просторового розподілу явищ, наприклад, **кластерний аналіз** для визначення скупчень об'єктів або **моделі регресії** для встановлення залежностей між географічними змінними.

3. Математична інтерполяція та екстраполяція.

Інтерполяція використовується для прогнозування значень географічних змінних у місцях, де немає вимірюваних даних, на основі наявних даних.

Екстраполяція – це прогнозування значень поза межами відомих даних на основі існуючих тенденцій.

4. Прийоми трансформації координат та картографічних проєкцій.

Трансформація координат дозволяє перетворювати дані з однієї системи координат у іншу.

Використання різних картографічних проєкцій допомагає адаптувати картографічні моделі до різних цілей, зменшувати викривлення певних елементів карти.

5. Просторовий аналіз та геостатистика.

Використовуються методи **геостатистики** (наприклад, **кригінг**) для оцінки просторових характеристик, таких як варіативність і тенденції у географічних даних.

Просторовий аналіз включає такі прийоми, як аналіз буферних зон, мережевий аналіз та визначення центрів ваги географічних об'єктів.

6. Прийоми моделювання потоків та рухів.

Моделювання потоків (наприклад, води або повітряних мас) допомагає визначати шляхи руху або прогнозувати зміни в часі.

Симуляції використовуються для вивчення динаміки потоків, аналізу можливих сценаріїв і прогнозування майбутніх змін.

7. Моделювання просторово-часових процесів.

Просторово-часове моделювання дозволяє відстежувати і прогнозувати зміни в географічних процесах, що змінюються з часом. Це важливо для моніторингу природних катастроф, урбанізації, кліматичних змін тощо.

3.3 Особливості інтерпретації результатів математико-картографічного моделювання

Математико-картографічне моделювання є важливим інструментом у географії та картографії, яке дозволяє створювати та аналізувати карти на основі математичних моделей і даних. Інтерпретація результатів такого моделювання може бути складною через кілька специфічних особливостей:

1. **Якість вихідних даних.** Результати моделювання залежать від якості та точності вихідних даних. Неправильні або неточні дані можуть призвести до спотворення результатів і потребують ретельної перевірки та верифікації.

2. **Масштаб та деталізація.** Результати моделювання можуть змінюватися залежно від масштабу карти та рівня деталізації. Наприклад, моделі, створені для великомасштабних карт, можуть не бути придатними для загальних карт, і навпаки. Інтерпретація має враховувати масштаб та деталізацію, щоб уникнути помилок.

3. **Гіпотези та припущення.** Математико-картографічні моделі часто базуються на певних гіпотезах або припущеннях. Важливо усвідомлювати ці припущення і їхній вплив на результати моделювання. Результати можуть змінюватися при зміні припущень або умов моделювання.

4. **Методи моделювання.** Існує безліч методів математичного моделювання (статистичні моделі, чисельні методи, алгоритми машинного

навчання тощо). Різні методи можуть давати різні результати, і для правильної інтерпретації потрібно знати, який метод був використаний і які його переваги та обмеження.

5. Просторові та часові фактори. Моделювання може включати просторові та часові аспекти, які потрібно враховувати при інтерпретації результатів. Наприклад, зміни у часі можуть вплинути на точність прогнозів, а просторові фактори можуть змінювати результати залежно від географічного положення.

6. Візуалізація результатів. Якість візуалізації результатів (карти, графіки) також впливає на їхню інтерпретацію. Важливо забезпечити чіткість, правильність масштабування і відповідність кольорів, щоб уникнути помилок у сприйнятті інформації.

7. Складність моделей. Складні моделі можуть бути важкими для розуміння та інтерпретації. Тому важливо надавати пояснення до результатів, включаючи інформацію про моделі, методи та припущення, що використовувалися.

З огляду на ці особливості, для успішної інтерпретації результатів математико-картографічного моделювання потрібно забезпечити точність даних, уважно вибирати методи моделювання, враховувати всі припущення та забезпечити зрозумілу візуалізацію результатів.

Контрольні запитання

1. Як впливають сучасні тенденції розвитку технологій на застосування математичних та картографічних моделей у географії та картографії?

2. Які основні прийоми математико-картографічного моделювання використовуються для створення географічних карт, і в яких випадках кожен з них є найбільш ефективним?

3. Які фактори можуть впливати на точність і надійність результатів математико-картографічного моделювання?

4. Як змінюється інтерпретація результатів математико-картографічного моделювання залежно від масштабу карти?

5. Які є ключові особливості, які варто враховувати при інтерпретації результатів математико-картографічного моделювання, і як вони можуть вплинути на практичне застосування цих результатів?

ТЕМА 4 ТЕНДЕНЦІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ В КАРТОГРАФІЇ

План

4.1 Сучасні напрями автоматизованого картографування.

4.2 Електронна картографічна система.

4.3 Автоматизовані процеси зі створення моделей просторових даних та принципи їхньої організації.

4.1 Сучасні напрями автоматизованого картографування

Визначення автоматизованого картографування. Картографування, яке здійснюється за допомогою комп'ютерних технологій, програмного забезпечення та алгоритмів.

Значення автоматизації. Підвищення ефективності, точності та швидкості створення карт, спрощення обробки великих обсягів даних.

Значення автоматизації в картографії. Сучасний розвиток технологій привів до значних змін у картографічній діяльності. Автоматизація процесів картографування дозволяє підвищити ефективність, точність і швидкість створення картографічних продуктів.

Розглянемо основні напрями автоматизованого картографування, їхні переваги, виклики та вплив на сучасну картографію:

1. Автоматизоване картографування: визначення та основні концепції.

Визначення автоматизованого картографування. Автоматизоване картографування – це процес створення картографічних продуктів з використанням комп'ютерних технологій і програмного забезпечення, що дозволяє автоматизувати більшість рутинних операцій.

Основні концепції:

- використання геоінформаційних систем (ГІС) для автоматизації;
- інтеграція різних джерел даних, включаючи супутникові знімки, дані з дронів, GPS тощо.

2. Геоінформаційні системи (ГІС) як основа автоматизованого картографування.

Роль ГІС у сучасному картографуванні

ГІС забезпечують збирання, зберігання, аналіз та візуалізацію просторових даних.

ГІС-платформи, такі як ArcGIS, QGIS та інші, дозволяють автоматизувати створення різних типів карт.

Застосування ГІС у різних галузях

Урбаністика, планування територій, екологія, транспорт, агрономія тощо.

Приклади використання ГІС

Моделювання територій, оцінка природних ресурсів, аналіз демографічних даних.

3. Використання штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання у картографії.

Автоматизація аналізу даних

Використання алгоритмів машинного навчання для обробки та аналізу великих обсягів просторових даних.

Класифікація об'єктів

Автоматизоване розпізнавання об'єктів карти.

Використання різних типів легенди карти.

4. Розвиток технологій автоматизованого картографування.

Еволюція від ручної праці до автоматизації. Історичний контекст і поступовий перехід від ручного створення карт до використання комп'ютерних технологій.

Роль геоінформаційних систем (ГІС). Як ГІС трансформували картографію, інтеграція географічних даних із картографічними процесами.

Цифрові картографічні системи. Перехід від аналогових карт до цифрових платформ, які підтримують автоматизоване картографування.

5. Сучасні технології та інструменти в автоматизованому картографуванні.

Програмне забезпечення для ГІС. Огляд популярних програмних рішень, таких як ArcGIS, QGIS, MapInfo та інші.

Автоматизоване створення карт. Використання програмних засобів для автоматичного створення карт на основі заданих параметрів.

Обробка та візуалізація великих даних. Як сучасні системи обробляють великі масиви просторових даних, Big Data в картографії.

4.2 Електронна картографічна система

1. Вступ до електронної картографічної системи:

- визначення електронної картографічної системи (ЕКС);
- коротка історія розвитку ЕКС;
- значення та роль ЕКС у сучасній картографії.

2. Компоненти електронної картографічної системи.

Апаратне забезпечення:

- комп'ютери та сервери;
- периферійні пристрої (сканери, принтери, графічні планшети тощо);
- GPS-пристрої та мобільні пристрої.

Програмне забезпечення:

- системи управління базами даних (СУБД);
- ГІС-платформи (ArcGIS, QGIS, MapInfo тощо);

– спеціалізоване програмне забезпечення для картографії (AutoCAD Map, MapServer).

Дані:

– просторові дані (географічні координати, топографічні особливості);
– атрибутивні дані (назви, категорії, опис об'єктів);
– джерела даних (супутникові знімки, аерофотозйомка, польові дослідження).

3. Функціональні можливості електронної картографічної системи.

Збір та обробка даних:

– методи збору геопросторових даних;
– обробка даних у ГІС;
– створення і редагування картографічних зображень.

Аналіз даних:

– просторовий аналіз (аналіз розподілу, маршрутизація);
– моделювання процесів (гідрологічне моделювання, аналіз ерозії ґрунтів).

Візуалізація даних:

– створення карт різних типів (тематичні, топографічні, інтерактивні карти);
– відображення карт у 2D та 3D;
– інтерактивні функції для користувачів (зміна масштабу, перегляд шарів).

4. Види електронних картографічних систем.

Десктопні ГІС:

– програми для стаціонарних комп'ютерів (ArcGIS Desktop, QGIS).

Вебкартографічні системи:

– онлайн-карти та сервіси (Google Maps, OpenStreetMap);
– вебГІС-платформи для створення інтерактивних карт.

Мобільні картографічні застосунки:

– застосунки для смартфонів та планшетів (OSMAnd, Google Maps);

– мобільні ГІС-застосунки для польових досліджень.

5. Переваги та недоліки електронної картографічної системи.

Переваги

Швидкий доступ до великих обсягів даних.

Інтерактивність та можливість постійного оновлення.

Полегшений аналіз та візуалізація складних просторових даних.

Недоліки

Залежність від технічних засобів та інфраструктури.

Високі вимоги до апаратного та програмного забезпечення.

Потреба у спеціалізованих знаннях для роботи з ГІС.

6. Приклади застосування електронних картографічних систем.

Урбаністика:

– планування міської інфраструктури;

– аналіз транспортних потоків.

Екологія та природоохоронна діяльність:

– моніторинг екологічних змін.

4.3 Автоматизовані процеси зі створення моделей просторових даних та принципи їхньої організації

У сучасній картографії автоматизація процесів стала важливим аспектом, який дозволяє значно підвищити ефективність та точність створення картографічних продуктів. Особливе значення мають автоматизовані процеси створення моделей просторових даних.

Моделі просторових даних: основні поняття

Просторові дані. Дані, які містять інформацію про об'єкти в просторі, включаючи їхнє розташування, форму, розміри тощо.

Модель просторових даних. Абстрактне уявлення реального світу, яке використовується для збереження, аналізу та візуалізації просторових даних.

Основні типи моделей

Растрові моделі. Представляють простір у вигляді матриці пікселів, кожен з яких має певне значення.

Векторні моделі. Відображають просторові об'єкти у вигляді точок, ліній та полігонів.

Моделі TIN (Triangulated Irregular Network). Представляють поверхню у вигляді мережі нерегулярних трикутників.

Автоматизовані процеси створення моделей просторових даних

Автоматизація процесів. Використання комп'ютерних алгоритмів і програмного забезпечення для створення моделей просторових даних із мінімальним втручанням людини.

Основні етапи автоматизації

Збір даних. Використання GPS, дронів, супутникових знімків, лазерного сканування тощо.

Попередня обробка даних. Очищення та фільтрація даних для забезпечення їхньої якості.

Геопросторовий аналіз. Використання алгоритмів для аналізу просторових взаємозв'язків.

Візуалізація даних. Автоматизоване створення карт, схем та інших візуальних продуктів на основі просторових даних.

Інтеграція даних. Об'єднання різних типів даних (растрових, векторних, табличних) в єдину систему.

Принципи організації моделей просторових даних

Модульність. Розділення складних моделей на незалежні модулі, які можна окремо розробляти та вдосконалювати.

Гнучкість. Здатність моделей адаптуватися до різних видів просторових даних і вимог користувачів.

Масштабованість. Можливість розширення моделі без втрати продуктивності.

Інтероперабельність. Здатність моделей взаємодіяти з іншими системами та форматами даних.

Стандартизація. Використання загальноприйнятих стандартів (наприклад, OGC) для забезпечення сумісності та обміну даними.

Сучасні програмні рішення для автоматизації

GIS-платформи: наприклад, ArcGIS, QGIS, які підтримують автоматизацію через скрипти, моделі та інструменти.

Програмні засоби для обробки супутникових знімків: ENVI, ERDAS Imagine.

Використання машинного навчання та AI: для класифікації, аналізу та прогнозування просторових даних.

Інструменти для автоматизації збору даних: дрони, лазерне сканування (LiDAR).

Приклади застосування автоматизованих процесів

Картографія земельних ресурсів. Використання автоматизації для створення карт ґрунтів, рослинності, використання землі тощо.

Урбаністика та планування. Моделювання міських територій, транспортних мереж, зонування.

Екологічний моніторинг. Створення карт екосистем, моніторинг зміни ландшафтів, прогнозування кліматичних змін.

Картографія в надзвичайних ситуаціях. Швидке створення карт для рятувальних операцій, моніторинг природних катастроф.

Контрольні запитання

1. Які основні тенденції спостерігаються в сучасному автоматизованому картографуванні?
2. Як використання штучного інтелекту впливає на процеси автоматизованого картографування?
3. Що таке електронна картографічна система (ЕКС) і які її основні компоненти?
4. Які основні етапи автоматизації процесів створення моделей просторових даних?
5. Які типи моделей просторових даних використовуються в автоматизованих процесах?

ТЕМА 5 ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ЦИФРОВОМУ КАРТОГРАФУВАННІ

План

5.1 Аналіз та обґрунтування програмних продуктів для цифрового картографування.

5.1.1 Основні вимоги до програмних засобів для цифрового картографування.

5.1.2 Основні вимоги до програмних засобів для цифрового картографування.

5.1.3 Огляд основних програмних продуктів для цифрового картографування.

5.2 Особливості використання автоматизованих програм цифрового картографування на платформі CAD, особливості використання автоматизованих програм цифрового картографування на платформі GIS.

5.3 Класифікації та кодування картографічної інформації.

5.1 Аналіз та обґрунтування програмних продуктів для цифрового картографування

Цифрове картографування стало ключовим напрямом у сучасній географії та геоінформаційних науках. Вибір і застосування програмних засобів є критично важливими для досягнення точних і надійних результатів у цифровому картографуванні.

5.1.1 Основні вимоги до програмних засобів для цифрового картографування

Функціональність. Програмний продукт повинен підтримувати всі необхідні функції для збору, обробки, аналізу і візуалізації просторових даних.

Зручність використання. Інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, щоб користувачі могли швидко освоїти програму та ефективно її використовувати.

Масштабованість. Програмне забезпечення має дозволяти обробку великих обсягів даних і підтримувати складні проєкти.

Інтеграція. Програми повинні забезпечувати можливість інтеграції з іншими системами та підтримку різних форматів даних.

Надійність і стабільність. Програмний продукт повинен бути стійким до помилок і забезпечувати збереження даних під час роботи.

5.1.2 Огляд основних програмних продуктів для цифрового картографування

ArcGIS (Esri)

Опис. Потужна геоінформаційна система, яка підтримує широкий спектр функцій для збору, обробки, аналізу та візуалізації просторових даних.

Переваги. Розширений функціонал, підтримка різних типів даних, можливість інтеграції з іншими системами, великий обсяг довідкової інформації та навчальних матеріалів.

Недоліки. Висока вартість ліцензії, складність освоєння для новачків.

QGIS (Quantum GIS)

Опис. Відкрита і безкоштовна платформа для роботи з геоінформаційними системами, яка підтримує великий набір інструментів для роботи з просторовими даними.

Переваги. Безкоштовність, велика спільнота користувачів, постійне оновлення, можливість додавання плагінів.

Недоліки. Менш потужний функціонал порівняно з ArcGIS, може вимагати додаткових налаштувань для специфічних задач.

MapInfo Professional

Опис. Комерційне програмне забезпечення для картографічного аналізу та візуалізації даних.

Переваги. Зручний інтерфейс, інтуїтивно зрозумілий процес роботи з даними, добре підходить для бізнес-аналізу.

Недоліки. Висока вартість, обмежені можливості для розширеного просторового аналізу порівняно з іншими системами.

AutoCAD Map 3D

Опис. Програмний продукт для роботи з геопросторовими даними, інтегрований у середовище AutoCAD.

Переваги: Підтримка роботи з CAD-даними, можливість створення високоточних карт, добре підходить для інженерних задач.

Недоліки. Висока вартість, специфічність для користувачів AutoCAD.

ERDAS Imagine

Опис. Спеціалізоване програмне забезпечення для обробки супутникових знімків та дистанційного зондування Землі.

Переваги. Потужні інструменти для роботи з растровими даними.

5.2 Особливості використання автоматизованих програм цифрового картографування на платформах CAD та GIS

Цифрове картографування стало важливим інструментом у багатьох галузях. Сучасні автоматизовані програми на платформах CAD та GIS суттєво полегшують процес створення та аналізу картографічних даних.

Цифрове картографування стало важливим інструментом у багатьох галузях, від планування міст до екологічних досліджень. Основні платформи для цифрового картографування включають CAD (Computer-Aided Design) і GIS (Geographic Information Systems). Обидві ці системи мають свої специфічні особливості, які впливають на їхнє використання у картографії.

1. Платформи CAD (Computer-Aided Design).

Цифрове картографування стало важливим інструментом у багатьох галузях, від планування міст до екологічних досліджень. Основні платформи для цифрового картографування включають CAD (Computer-Aided Design) і GIS (Geographic Information Systems). Обидві ці системи мають свої специфічні особливості, які впливають на їхнє використання у картографії.

2. Платформи CAD для цифрового картографування.

Що таке CAD?

CAD (Computer-Aided Design) – це програмне забезпечення, яке використовується для створення точних креслень і проєктів. CAD-системи часто використовуються в архітектурі, інженерії та конструюванні. У контексті картографії CAD може бути корисним для детального проєктування планів і карт.

Особливості використання CAD у цифровому картографуванні

1. Точність і детальність. CAD-системи забезпечують високий рівень точності і деталізації, що є критичним для проєктування інженерних і архітектурних планів. Це важливо, коли потрібно створити карти з великим рівнем деталізації, наприклад, для проєктування інфраструктури.

2. Векторна графіка. CAD-системи працюють переважно з векторною графікою, що дозволяє створювати точні і масштабовані креслення. Векторні дані добре підходять для створення технічних карт і планів.

3. Інструменти для креслення і моделювання. CAD-системи пропонують розширені інструменти для креслення і моделювання, такі як лінії,

полілінії, криві, багатокутники та інші геометричні фігури, що дозволяє створювати складні геометричні елементи карт.

4. Обмеження. CAD-системи зазвичай не мають потужних інструментів для просторового аналізу, таких як аналіз покриття чи відстаней, які є критичними для більш складних картографічних завдань.

3. Платформи GIS для цифрового картографування.

Що таке GIS?

GIS (Geographic Information Systems) – це програмне забезпечення для збору, зберігання, аналізу і візуалізації географічних даних. GIS включає інструменти для роботи з різними типами геопросторової інформації та здійснює просторовий аналіз.

Особливості використання GIS у цифровому картографуванні

1. Просторовий аналіз. GIS-системи дозволяють виконувати складний просторовий аналіз, включаючи вимірювання відстаней, розрахунок площ, аналіз зон впливу та моделювання просторових взаємодій. Це є важливим для розуміння та візуалізації просторових явищ.

2. Робота з різними типами даних. GIS підтримує роботу з різними типами даних, такими як растри, вектори і таблиці атрибутів. Це дозволяє інтегрувати дані з різних джерел і створювати комплексні картографічні продукти.

3. Аналіз і візуалізація даних: GIS-системи пропонують потужні інструменти для візуалізації даних, такі як тематичні карти, 3D-моделі та графіки. Це допомагає у виявленні закономірностей та трендів у просторових даних.

4. Інтеграція з іншими системами. GIS може інтегруватися з іншими програмами і системами, такими як бази даних, моделі клімату, GPS-дані тощо. Це дозволяє зібрати й обробити великий обсяг даних із різних джерел.

5. Масштабування. GIS системи здатні працювати з даними на різних рівнях масштабування, від глобального до локального. Це дозволяє створювати карти різних масштабів, відповідно до потреб користувачів.

4. Порівняння CAD і GIS.

Технічний фокус. CAD більше орієнтовано на детальне проектування і креслення, тоді як GIS фокусується на просторовому аналізі і візуалізації географічних даних.

Типи даних. CAD обробляє векторні дані, а GIS працює як з векторними, так і з растровими даними.

Аналіз. GIS надає розширені можливості для просторового аналізу та розв'язання аналітичних задач.

5.3 Класифікації та кодування картографічної інформації

У цифровому картографуванні класифікація та кодування картографічної інформації відіграють ключову роль у забезпеченні точного та зрозумілого подання геопросторових даних. Ці процеси дозволяють впорядкувати інформацію та подати її у форматі, зручному для подальшої обробки та аналізу за допомогою ГІС (геоінформаційних систем).

1. Значення класифікації та кодування в картографії.

1.1. Визначення класифікації та кодування.

Класифікація – це процес групування об'єктів або явищ на основі спільних ознак.

Кодування – це процес присвоєння класифікованим об'єктам унікальних кодів для подальшого зберігання та обробки в цифрових системах.

1.2. Мета класифікації та кодування.

Спрощення та стандартизація картографічних даних.

Забезпечення можливості ефективного пошуку, аналізу та візуалізації даних у ГІС.

Зниження ризику помилок та забезпечення сумісності даних між різними програмними засобами та системами.

2. Основні типи класифікацій в цифровій картографії.

2.1. Тематичні класифікації.

Класифікація об'єктів на основі тематичних характеристик (наприклад, типи ґрунтів, рослинний покрив, демографічні показники).

2.2. Класифікації за просторовими характеристиками.

Класифікація на основі просторових характеристик об'єктів, таких як форма, розміри, орієнтація в просторі.

2.3. Класифікації за масштабом.

Поділ даних на категорії залежно від масштабу карти (наприклад, великомасштабні, середньомасштабні, дрібномасштабні).

3. Кодування картографічної інформації.

3.1. Типи кодів.

Алфавітно-цифрові коди: використовуються для позначення об'єктів, які легко розпізнаються за кодом (наприклад, A123 для дороги).

Класифікаційні коди: коди, що відображають класифікацію об'єкта (наприклад, 01 – водні об'єкти, 02 – лісові масиви).

3.2. Моделі кодування.

Ієрархічні моделі: об'єкти мають декілька рівнів класифікації, кожен з яких має свій код.

Сіткові моделі: об'єкти кодуються за допомогою координатної сітки або іншої системи координат.

3.3. Стандарти кодування.

Міжнародні стандарти: ISO 19115, INSPIRE Data Specifications.

Національні стандарти: ДСТУ та інші локальні нормативні документи, що регулюють кодування картографічної інформації.

4. Інструменти для класифікації та кодування в програмних засобах.

4.1. ГІС-програми для класифікації.

Огляд інструментів класифікації в популярних ГІС, таких як ArcGIS, QGIS.

4.2. Автоматизація процесу кодування.

Використання скриптів та спеціалізованих програм для автоматизації процесу кодування картографічної інформації.

4.3. Переваги та виклики.

Переваги автоматизованих систем порівняно із ручним кодуванням.

Проблеми, що можуть виникати при автоматизації процесу кодування.

5. Застосування класифікації та кодування в сучасних ГІС-проектах.

5.1. Приклади успішного використання.

Аналіз конкретних проектів, де класифікація та кодування забезпечили високу якість картографічних продуктів.

5.2. Інтеграція з іншими системами.

Взаємодія з базами даних, САД-системами та іншими інформаційними системами.

5.3. Перспективи розвитку.

Тенденції у розвитку класифікацій та кодування в контексті розвитку цифрової картографії та ГІС.

Класифікація та кодування картографічної інформації є критично важливими етапами процесу цифрового картографування. Вони забезпечують структуроване, стандартизоване та ефективне подання даних, що дозволяє підвищити точність аналізу та якість кінцевих картографічних продуктів. Використання сучасних програмних засобів у цьому процесі значно спрощує роботу картографів та забезпечує більш високу якість результатів.

Контрольні запитання

1. Які основні критерії варто враховувати під час вибору програмного продукту для цифрового картографування?
2. Які основні функції програмних продуктів на платформі CAD, що використовуються для цифрового картографування?
3. Що таке класифікація картографічної інформації і які основні методи її здійснення?
4. Які системи кодування картографічної інформації існують і як вони застосовуються?
5. Як забезпечується стандартизація та сумісність картографічних даних через кодування?
6. Які проблеми можуть виникати під час класифікації картографічної інформації та як їх можна вирішити?

ТЕМА 6 СУЧАСНІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЗОВАНОМУ КАРТОГРАФУВАННІ

План

- 6.1 Особливості формування баз геоданих цифрових карт.
- 6.2 Побудова просторових наборів даних цифрової карти.
- 6.3 Алгоритми просторового аналізу.

6.1 Особливості формування баз геоданих цифрових карт

Автоматизація процесів картографування дозволяє значно підвищити ефективність і точність створення карт, особливо в сучасних умовах, коли обсяг даних постійно зростає.

1. Визначення баз геоданих цифрових карт.

Що таке база геоданих цифрових карт: це організована колекція географічних даних, яка включає просторову інформацію (координати, форми об'єктів) та атрибутивні дані (характеристики об'єктів).

Основні компоненти баз геоданих:

- *просторові дані* (геометричні форми об'єктів: точки, лінії, полігони);
- *атрибутивні дані* (інформація про властивості об'єктів: назви, типи, характеристики).

Вимоги до баз геоданих: точність, актуальність, надійність, зручність в оновленні та доступі.

2. Основні етапи формування баз геоданих цифрових карт.

Збір даних.

Методи збору даних: використання супутникових знімків, аерофотозйомка, дані GNSS, наземні вимірювання.

Джерела даних: державні геодезичні служби, комерційні постачальники, відкриті дані.

Обробка та підготовка даних:

– *оцифровування картографічних матеріалів:* перетворення паперових карт у цифровий формат;

– *нормалізація та стандартизація даних:* приведення даних до єдиного формату та системи координат.

Інтеграція даних:

– *об'єднання різних джерел даних* (напр., векторних та растрових даних);

– *проблеми інтеграції:* різна точність джерел, неповнота даних, конфлікти атрибутів.

6.2 Побудова просторових наборів даних цифрової карти

Цифрові карти є основою сучасних геоінформаційних систем (ГІС) і використовуються у багатьох галузях: від навігації та міського планування до екологічного моніторингу та наукових досліджень. Побудова просторових наборів даних цифрової карти є одним із ключових етапів у процесі автоматизованого картографування. Цей процес включає збір, обробку та структурування географічної інформації у формі, зручній для аналізу та візуалізації.

1. Основні поняття та підходи до побудови просторових наборів даних:

– **просторові дані:** визначення та типи (векторні та растрові дані);

– **цифрова карта:** визначення, складові та призначення;

– **масштабування та генералізація:** роль масштабу у побудові цифрових карт і збереження точності даних;

– **структура просторових даних:** способи збереження (геобазы даних, шейп-файли тощо).

2. Джерела просторових даних для цифрових карт:

- **геодезичні та картографічні матеріали:** використання топографічних карт, аерофотознімків, супутникових знімків;
- **дані дистанційного зондування:** використання супутникових знімків та іншої дистанційної інформації для оновлення та доповнення просторових даних;
- **дані від польових вимірювань:** збір даних через GPS, лазерне сканування та інші методи.

3. Процес побудови просторових наборів даних:

- **векторизація:** переведення зображень у векторний формат;
- **топологічна обробка даних:** перевірка та корекція топологічних помилок у векторних наборах даних;
- **растрова обробка даних:** перетворення та аналіз растрових даних, використання алгоритмів для інтерполяції та генерації нових наборів даних;
- **інтеграція даних:** поєднання різних джерел даних (векторних, растрових, текстових) для створення єдиної цифрової карти.

4. Інструменти та програмне забезпечення для побудови просторових наборів даних:

- **ГІС-програми:** огляд найпопулярніших ГІС (ArcGIS, QGIS, MapInfo) та їхніх можливостей для роботи з просторовими даними;
- **програмні модулі для аналізу даних:** використання спеціалізованих модулів та плагінів для роботи з географічними даними (напр., GDAL, GRASS GIS);
- **автоматизація процесів:** використання скриптів та інструментів для автоматизованої обробки даних (Python, ModelBuilder в ArcGIS).

5. Виклики та перспективи побудови просторових наборів даних:

- **точність даних:** проблеми забезпечення високої точності при використанні різних джерел даних;
- **масштабованість та адаптивність:** як зробити цифрові карти

адаптивними до різних масштабів та призначень;

– **вплив сучасних технологій:** роль штучного інтелекту, машинного навчання та інших технологій у автоматизації побудови просторових наборів даних;

– **захист даних:** питання зберігання та безпеки великих обсягів просторових даних.

Побудова просторових наборів даних цифрової карти є важливим процесом у сучасному картографуванні, що потребує комплексного підходу і використання передових технологій. Розвиток ГІС та інших геоінформаційних технологій дозволяє автоматизувати багато процесів, підвищуючи ефективність та точність картографічних продуктів.

6.3 Алгоритми просторового аналізу

Просторовий аналіз є ключовим компонентом геоінформаційних систем (ГІС), що дозволяє виявляти закономірності, проводити моделювання та ухвалювати рішення на основі географічних даних. Алгоритми просторового аналізу надають інструменти для вивчення просторових взаємозв'язків, що існують між об'єктами, та їхнього впливу на різні процеси. Вони широко застосовуються в таких сферах, як екологія, урбаністика, транспортна логістика, землекористування та інші.

1. Основні концепції просторового аналізу:

– **просторові відношення:** концепція просторових зв'язків між об'єктами (близькість, суміжність, перекриття тощо);

– **просторова автокореляція:** принципи виявлення взаємозв'язку між значеннями, які розташовані поблизу одне одного у просторі;

– **моделювання поверхонь:** побудова цифрових моделей рельєфу (ЦМР) та інших тривимірних поверхонь.

2. Класифікація алгоритмів просторового аналізу:

- **буферний аналіз:** визначення зон впливу навколо певних об'єктів (буферів), наприклад, доріг або річок;
- **аналіз накладання:** методи накладання шарів даних для виявлення взаємозв'язків між ними (інтерсекція, об'єднання, виключення);
- **аналіз близькості:** оцінка відстаней між об'єктами, пошук найближчих сусідів;
- **аналіз топологічних відношень:** дослідження просторових відносин (контакт, перетин, включення) між об'єктами;
- **кластеризація:** методи групування об'єктів на основі їхніх просторових характеристик;
- **аналіз гарячих точок:** виявлення зон з високою концентрацією певних явищ або об'єктів;
- **інтерполяція:** побудова поверхонь та визначення значень у точках, де відсутні прямі вимірювання (методи IDW, крігінг).

3. Використання алгоритмів просторового аналізу в ГІС:

- **геостатистичний аналіз:** використання статистичних методів для аналізу просторових даних (крігінг, варіограмний аналіз);
- **сітковий аналіз:** робота з регулярними сітками (гексагональні, квадратні) для узагальнення просторових даних;
- **аналіз потоків і маршрутів:** моделювання потоків транспорту, води, енергії та визначення оптимальних маршрутів;
- **аналіз видимості:** побудова зон видимості з певної точки (напр., з вежі або гори).

4. Програмні інструменти для просторового аналізу:

- **комерційні ГІС-програми:** ArcGIS (Spatial Analyst, 3D Analyst), MapInfo;
- **відкриті програмні продукти:** QGIS з плагінами (SAGA, GRASS GIS),

PostGIS;

– **програмування алгоритмів**: використання Python (з бібліотеками як – від GeoPandas, PySAL) для розробки та автоматизації просторового аналізу.

5. Виклики та перспективи розвитку алгоритмів просторового аналізу:

– **точність та продуктивність**: виклики, пов'язані з обробкою великих обсягів даних та забезпеченням високої точності аналізу;

– **інтеграція алгоритмів машинного навчання**: перспективи використання штучного інтелекту для вдосконалення просторового аналізу;

– **тривимірний просторовий аналіз**: розвиток алгоритмів для аналізу 3D-даних та їхнього застосування у містобудуванні, гірничій справі тощо;

– **обробка великих даних (Big Data)**: розробка алгоритмів, здатних ефективно працювати з великими та складними просторовими наборами даних.

Алгоритми просторового аналізу є потужним інструментом у сучасному картографуванні та ГІС, що дозволяє отримати глибше розуміння просторових процесів і ухвалювати обґрунтовані рішення. Розвиток цих алгоритмів та їхня інтеграція з новими технологіями відкривають нові горизонти для автоматизованого картографування та аналізу географічної інформації.

Контрольні запитання

1. Які ключові етапи включає процес формування баз геоданих для цифрових карт, і які дані необхідні для цього?

2. Які типи геоданих зазвичай включаються до баз даних цифрових карт, і як забезпечується їхня актуальність та точність?

3. Які методи використовуються для побудови просторових наборів даних у цифрових картах, і як вони забезпечують точність просторового моделювання?

4. Які типи алгоритмів просторового аналізу найчастіше використовуються в картографії, і для розв'язання яких задач вони застосовуються?

5. Як алгоритми кластеризації застосовуються в просторовому аналізі, і які переваги вони надають під час роботи з великими наборами геоданих?

ТЕМА 7 ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДАННЯ ЦИФРОВИХ КАРТ

7.1 Особливості подання цифрових картографічних моделей.

7.2 Проектування карт. Етапи складання карт. Принципи складання та оформлення карт.

7.3 Напрями інтерпретації картографічних даних.

7.1 Особливості подання цифрових картографічних моделей

Цифрові картографічні моделі (ЦКМ) є основою сучасних геоінформаційних систем (ГІС) і використовуються для подання просторової інформації в цифровій формі. Від традиційних паперових карт вони відрізняються тим, що дозволяють інтерактивно аналізувати, змінювати та візуалізувати просторові дані. Правильне подання таких моделей є ключовим для забезпечення їхньої точності, зручності використання та відповідності поставленим завданням.

1. Основні концепції та класифікація цифрових картографічних моделей:

– **цифрові карти:** визначення та складові елементи (векторні та растрові моделі);

– **цифрові моделі рельєфу (ЦМР):** особливості подання рельєфу на цифрових картах;

– **тематика цифрових карт:** тематичні, топографічні, кадастрові та інші види цифрових карт;

– **географічна інформація та її структура:** особливості подання просторових та атрибутивних даних.

2. Векторні та растрові моделі:

– **векторні моделі:** подання просторових об'єктів у вигляді точок, ліній та

полігонів; переваги та недоліки;

– **растрові моделі**: подання просторової інформації у вигляді піксельної сітки; їхнє використання для зображення континуальних явищ (наприклад, температури, висоти);

– **вибір моделі залежно від призначення**: коли використовувати векторні, а коли растрові моделі.

3. Масштаб і генералізація в цифрових моделях:

– **масштаб**: вплив масштабу на деталізацію та точність цифрових карт;

– **генералізація**: принципи спрощення об'єктів на карті для збереження ключової інформації при зміні масштабу;

– **різновиди генералізації**: вибіркоче, агрегатне, символічне узагальнення;

– **проблеми при генералізації**: як уникнути втрати важливої інформації.

4. Стандарти та формати подання цифрових карт:

– **формати даних**: найбільш розповсюджені формати для векторних (Shapefile, GeoJSON) і растрових даних (GeoTIFF, JPEG2000);

– **метадані**: важливість зберігання супутньої інформації про дані (координатні системи, джерела, точність);

– **стандарти обміну**: використання міжнародних стандартів (наприклад, OGC) для забезпечення сумісності даних між різними ГІС.

5. Візуалізація та інтерфейси подання цифрових карт:

– **символіка і кольори**: принципи вибору символів, кольорів та інших графічних елементів для відображення різних типів даних;

– **інтерактивні інтерфейси**: використання вебкарт та мобільних застосунків для динамічної візуалізації цифрових карт;

– **тривимірні (3D) моделі**: подання об'єктів і рельєфу у тривимірному просторі;

– **інтерактивні шари**: можливості вмикання / вимикання шарів для аналізу різних аспектів картографічної інформації.

6. Інтеграція цифрових картографічних моделей з іншими даними:

– **об'єднання з іншими джерелами даних:** використання цифрових карт у поєднанні з демографічними, економічними, екологічними та іншими наборами даних;

– **аналіз багат шарових моделей:** як використовувати кілька шарів даних для розв'язання комплексних задач;

– **геопросторовий аналіз:** інструменти для аналізу даних безпосередньо на карті.

7. Виклики та перспективи розвитку цифрових картографічних моделей:

– **точність та актуальність:** забезпечення високої точності та постійне оновлення цифрових карт;

– **автоматизація складання цифрових карт:** розвиток алгоритмів і програмних засобів для автоматизації процесу складання та оновлення карт;

– **інтеграція з новими технологіями:** застосування штучного інтелекту, машинного навчання та великих даних у картографії;

– **захист даних:** забезпечення конфіденційності та захисту інформації, особливо у військовій та приватній сферах.

Подання цифрових картографічних моделей є багатогранним процесом, що включає вибір відповідних форматів, методів візуалізації та підходів до генералізації даних. Розуміння цих аспектів дозволяє створювати ефективні та зручні у використанні цифрові карти, що відповідають вимогам сучасного світу.

7.2 Проектування карт. Етапи складання карт. Принципи складання та оформлення карт

Проектування карт є ключовим етапом картографічної діяльності, що включає розробку концепції карти, її створення та оформлення. Цей процес

вимагає поєднання наукових знань, технічних навичок і творчого підходу. Важливою частиною проєктування є правильний вибір методів і підходів до складання карт, які забезпечують точність, інформативність та зручність їхнього використання.

1. Основи проєктування карт:

- **проєктування карт:** визначення та роль у картографічному процесі;
- **цілі та завдання карти:** як визначення мети створення карти впливає на вибір її змісту та масштабу;
- **типи карт:** тематичні, топографічні, навігаційні, кадастрові та інші; особливості їхнього проєктування.

2. Етапи складання карт:

А. Етап попереднього проєктування:

- **визначення призначення карти:** аналіз потреб користувачів;
- **збір даних:** джерела даних (супутникові знімки, аерофотозйомка, існуючі карти, геодезичні вимірювання);
- **вибір масштабу та проєкції:** вплив масштабу на деталізацію карти та вибір відповідної картографічної проєкції.

Б. Етап проєктування:

- **розробка концепції карти:** визначення основних елементів карти, таких як зміст, символіка, кольорова схема;
- **вибір програмного забезпечення:** інструменти для створення карти (ArcGIS, QGIS, AutoCAD Map, інші ГІС).

3. Генералізація: процес узагальнення даних, адаптація їх до вибраного масштабу.

В. Етап складання карти:

- **векторизація та растеризація:** переведення даних у цифрову форму;
- **розташування об'єктів та їхня атрибуція:** правильне розташування та маркування об'єктів на карті;

– **використання топології:** забезпечення топологічної коректності векторних даних.

Г. Етап оформлення карти:

– **вибір кольорів та символів:** відповідність кольорів та символів до картографічних стандартів та зручності сприйняття;

– **розташування тексту та легенди:** оптимізація розміщення тексту, назв, підписів та легенди для зручності читання;

– **додаткові елементи оформлення:** компас, шкала, координатна сітка.

Д. Етап перевірки та коригування:

– **верифікація даних:** перевірка точності та актуальності даних;

– **редагування:** внесення змін на основі отриманих результатів перевірки;

– **тестування користувачами:** оцінка зручності використання карти кінцевими користувачами.

3. Принципи складання та оформлення карт:

– **принцип інформативності:** карта повинна містити достатньо інформації для досягнення поставлених цілей;

– **принцип точності:** забезпечення географічної та метричної точності всіх об'єктів на карті;

– **принцип зрозумілості:** карта повинна бути зрозумілою та легкою для інтерпретації;

– **принцип логічності:** послідовність та систематичність у розміщенні інформації;

– **принцип естетичності:** гармонійне поєднання кольорів, шрифтів та інших елементів для привабливого вигляду карти.

4. Програмні інструменти для проєктування та складання карт:

– **ArcGIS та QGIS:** основні можливості та інструменти для проєктування карт;

– **AutoCAD Map 3D:** використання для кадастрових та інженерних карт;

– **інші ГІС-програми**: огляд додаткових інструментів та програм, що можуть використовуватися у картографії.

5. Виклики та тенденції в сучасному проєктуванні карт:

– **інтерактивність карт**: використання вебтехнологій для створення інтерактивних карт;

– **масштабованість**: проєктування карт, які можуть бути адаптовані до різних масштабів та пристроїв;

– **актуальність даних**: забезпечення своєчасного оновлення картографічної інформації;

– **інтеграція з іншими технологіями**: застосування технологій доповненої реальності (AR) та 3D-візуалізації.

Проєктування та складання карт є складним і багатоетапним процесом, що потребує глибокого розуміння принципів картографії, сучасних технологій та потреб користувачів. Дотримання етапів та принципів складання карт дозволяє створювати високоякісні картографічні продукти, які можуть бути ефективно використані в різних сферах діяльності.

7.3 Напрями інтерпретації картографічних даних

Інтерпретація картографічних даних є важливим аспектом картографії, що дозволяє перетворити просторову інформацію на зрозумілі, логічно впорядковані та корисні знання. Процес інтерпретації включає аналіз, пояснення та застосування даних для розв'язання різних задач у наукових дослідженнях, плануванні, управлінні ресурсами та багатьох інших сферах. Ця тема розглядає основні напрями інтерпретації картографічних даних, методи та підходи, які використовуються для отримання максимальної користі від картографічної інформації.

1. Основи інтерпретації картографічних даних:

- **що таке інтерпретація картографічних даних:** визначення поняття та його місце в картографічному процесі;
- **значення інтерпретації:** чому інтерпретація є важливою для коректного розуміння та використання картографічних даних;
- **різниця між поданням та інтерпретацією:** аналіз процесу переходу від візуального подання до аналітичного розуміння даних.

2. Напрями інтерпретації картографічних даних:

- **географічна інтерпретація:** аналіз розташування об'єктів та явищ на карті, вивчення просторових взаємозв'язків, визначення географічних закономірностей;
- **екологічна інтерпретація:** оцінка екологічного стану територій, аналіз розподілу природних ресурсів, вивчення впливу антропогенних факторів на довкілля;
- **економічна інтерпретація:** аналіз економічної діяльності на основі картографічних даних, вивчення розподілу економічних ресурсів, інфраструктури, ринків;
- **соціально-демографічна інтерпретація:** дослідження населення, соціальних процесів, урбаністичних змін, аналіз розселення, демографічних показників;
- **історична інтерпретація:** вивчення історичних змін у ландшафті, аналіз картографічних даних у контексті історичних подій і процесів;
- **технічна інтерпретація:** аналіз інженерних об'єктів, транспортних мереж, комунікаційних ліній, використання даних для технічного планування та проектування.

3. Методи інтерпретації картографічних даних:

- **візуальний аналіз:** використання візуальних методів для інтерпретації даних (наприклад, визначення просторових закономірностей за кольорами,

формами, розмірами об'єктів);

– **кількісний аналіз:** застосування статистичних методів для аналізу числових даних, поданих на карті (населення, щільність забудови, економічні показники);

– **просторовий аналіз:** використання ГІС для виявлення просторових залежностей, кореляцій між різними шарами даних, моделювання процесів;

– **інтеграційний підхід:** поєднання даних з різних джерел для багатогранної інтерпретації та отримання більш глибоких висновків.

4. Застосування інтерпретації картографічних даних:

– **планування та управління територіями:** використання інтерпретації для розробки планів землекористування, міського планування, управління природними ресурсами;

– **наукові дослідження:** застосування інтерпретації в географії, екології, соціології для отримання нових знань і підтвердження гіпотез;

– **економічний розвиток:** аналіз картографічних даних для ухвалення рішень щодо розвитку інфраструктури, інвестицій у регіони, оптимізації логістики;

– **охорона навколишнього середовища:** інтерпретація даних для виявлення екологічних проблем, моніторингу природоохоронних зон, розробки заходів з охорони природи;

– **кризове управління:** аналіз карт для оцінки ризиків, планування дій у надзвичайних ситуаціях (повені, пожежі, землетруси).

5. Виклики та перспективи інтерпретації картографічних даних:

– **точність та надійність даних:** проблема забезпечення якості вихідних даних для інтерпретації;

– **складність аналізу:** подолання труднощів у поєднанні даних з різних джерел та їхньої інтерпретації;

– **актуальність даних:** важливість роботи з актуальними даними та

виклики, пов'язані зі швидкими змінами у просторі;

– **інтеграція з новітніми технологіями**: перспективи використання штучного інтелекту, великих даних та автоматизованих систем для інтерпретації картографічних даних.

Інтерпретація картографічних даних є невід'ємною частиною сучасної картографії, яка забезпечує глибоке розуміння просторових явищ та процесів. Вона дозволяє використовувати картографічні дані не лише як засіб візуалізації, але й як потужний інструмент для аналізу, ухвалення рішень та планування. Розвиток технологій відкриває нові можливості для інтерпретації, роблячи її більш точною та інформативною.

Контрольні запитання

1. Які основні типи цифрових картографічних моделей використовуються для подання просторових даних?
2. Які ключові фактори варто враховувати під час проектування карт для різних типів користувачів?
3. Які основні етапи складають процес створення картографічного продукту від збору даних до кінцевого оформлення?
4. Яких принципів варто дотримуватися під час складання та оформлення карт для забезпечення їхньої наочності та точності?
5. Які методи використовуються для інтерпретації картографічних даних і які основні напрямки інтерпретації існують?

ТЕМА 8 ПРАКТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ КАРТ

План

8.1 Прикладні завдання з використанням автоматизованого створення цифрових карт.

8.2 Приклади автоматизованого створення цифрових карт.

8.1 Прикладні завдання з використанням автоматизованого створення цифрових карт

У сучасному світі цифрові карти стали невід'ємною частиною багатьох галузей, включаючи інфраструктуру, урбаністику, екологію, оборону, логістику тощо. Автоматизовані процеси створення цифрових карт значно спрощують виконання різноманітних прикладних завдань.

Прикладні завдання у сфері урбаністики та планування територій

1. Зонування міських територій.

Завдання: визначення зон для житлової, комерційної, індустріальної забудови, а також зон відпочинку та природоохоронних територій.

Приклад: використання цифрових карт у містах для оптимального розміщення нових об'єктів, що враховують густоту населення, транспортну інфраструктуру, екологічні норми.

2. Транспортне моделювання.

Завдання: моделювання потоків транспорту для оптимізації маршрутів, розробка схем громадського транспорту.

Приклад: використання цифрових карт у великих містах, таких як Лондон чи Нью-Йорк, для моделювання та прогнозування транспортних потоків, що дозволяє зменшити затори та підвищити ефективність транспортної системи.

Завдання у сфері екологічного моніторингу та охорони навколишнього середовища

1. Моніторинг забруднення повітря і води.

Завдання: відстеження рівня забруднення, ідентифікація джерел забруднення, прогнозування впливу на здоров'я населення.

Приклад: використання цифрових карт у межах проекту «Зелене кільце» в Лондоні, де карти допомагають відстежувати рівень забруднення та прогнозувати його зміни залежно від погодних умов та інтенсивності руху транспорту.

2. Аналіз змін у ландшафтах.

Завдання: моніторинг змін в екосистемах, виявлення процесів ерозії, деградації земель, дефорестації.

Приклад: застосування цифрових карт для відстеження змін ландшафтів у тропічних лісах Амазонії, що дозволяє контролювати процеси вирубки лісів і вживати заходів щодо збереження біорізноманіття.

Прикладні завдання у військовій справі та обороні

1. Топографічна розвідка.

Завдання: створення високоточної топографічної інформації для військових операцій, планування тактичних маневрів, розміщення військових баз.

Приклад: використання автоматизованого створення цифрових карт для створення точних тривимірних моделей місцевості, що використовуються для тренувань та планування операцій у збройних силах.

2. Аналіз потенційних загроз.

Завдання: оцінка ризиків природних та антропогенних катастроф, визначення стратегічно важливих об'єктів.

Приклад: використання цифрових карт для аналізу загроз.

8.2. Приклади автоматизованого створення цифрових карт

Цифрові карти є основою для багатьох сучасних геоінформаційних систем (ГІС) та застосувань, які використовуються у різних галузях: від урбаністики до сільського господарства, транспорту, логістики та багатьох інших. Завдяки автоматизованому створенню цифрових карт можна швидко отримувати актуальні й точні геопросторові дані, необхідні для ухвалення рішень та планування. Розглянемо декілька прикладів застосування методів автоматизації для створення цифрових карт.

1. OpenStreetMap (OSM).

OpenStreetMap (OSM) – це один з найбільш відомих проєктів, що базується на принципі краудсорсингу для створення та підтримки відкритих цифрових карт. Однак процес автоматизованого створення карт в OSM також можливий завдяки використанню інструментів автоматичної генерації та обробки даних. Наприклад:

– **імпорт геопросторових даних.** Існує багато національних або регіональних баз даних, що надають геопросторові дані в публічному доступі. Ці дані можуть автоматично імпортуватись в OSM та бути використані для створення або оновлення цифрових карт;

– **роботизовані скрипти.** Для автоматизації додавання нових об'єктів або виправлення помилок у великих обсягах даних використовують спеціалізовані скрипти. Вони здатні автоматично обробляти величезні масиви інформації, що значно прискорює процес оновлення карт.

2. Google Maps і використання супутникових зображень.

Google Maps використовує величезні обсяги супутникових зображень для створення та оновлення своїх карт. Ці зображення автоматично аналізуються з використанням методів машинного навчання та комп'ютерного зору. Ось декілька прикладів автоматизації, які використовуються:

– **автоматична класифікація об'єктів.** Алгоритми машинного навчання дозволяють автоматично визначати типи об'єктів (наприклад, дороги, будівлі, водойми) на супутникових знімках та додавати їх на карту;

– **автоматичне виявлення змін.** Супутникові зображення порівнюються з раніше отриманими даними, що дозволяє автоматично виявляти зміни в інфраструктурі, такі як нові будівлі чи дороги, і вносити відповідні зміни до карти.

3. Використання дронів для картування.

Сучасні безпілотні літальні апарати (дрони) дозволяють швидко збирати високоякісні зображення місцевості, які потім автоматично обробляються для створення цифрових карт:

– **фотограмметрія.** Зібрані дронами зображення використовуються для створення тривимірних моделей місцевості, з яких автоматично генеруються цифрові карти;

– **автоматична ортофотопроекція.** Дрон знімає серію зображень з повітря, які потім автоматично об'єднуються в одну ортофотопроекцію, що використовується для створення цифрової карти з високою точністю.

4. AI та Big Data у створенні карт для транспортних систем.

У великих містах, таких як Лондон, Нью-Йорк або Токіо, транспортні системи використовують цифрові карти, які автоматично оновлюються на основі даних з багатьох джерел:

– **збір даних з сенсорів та GPS.** Дані про рух транспортних засобів збираються з GPS-датчиків, встановлених на транспорті, та сенсорів на дорогах. Ці дані автоматично обробляються та інтегруються у цифрові карти,

відображаючи інформацію про поточний стан доріг, затори, аварії тощо;

– **прогнозування та оптимізація маршрутів.** Використання великих даних (Big Data) дозволяє автоматично створювати моделі прогнозування заторів та оптимізації маршрутів для громадського транспорту, що відображається на цифрових картах в реальному часі.

Автоматизоване створення цифрових карт відкриває широкі можливості для точного й оперативного картування територій та об'єктів. Воно дозволяє інтегрувати великі обсяги даних з різних джерел, автоматизувати процес оновлення карт та забезпечувати користувачів найсвіжішою та найточнішою інформацією.

Контрольні запитання

1. Які типи прикладних завдань можуть бути вирішені за допомогою автоматизованого створення цифрових карт, і які переваги це надає порівняно з традиційними методами?

2. Як автоматизоване створення цифрових карт може бути застосоване для моніторингу природних ресурсів і управління територіями?

3. Які сучасні програмні продукти або платформи використовуються для автоматизованого створення цифрових карт, і які функціональні можливості вони забезпечують?

4. Наведіть приклад успішного використання автоматизованих цифрових карт у містобудуванні. Які завдання були вирішені за їх допомогою?

5. Як автоматизовані цифрові карти використовуються в системах навігації, і які дані для цього потрібні?

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасьєв О. В. Засоби автоматизації створення карт [Електрон. ресурс] : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 30 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/61854/>, вільний (дата звернення: 13.09.2024). – Назва з екрана.
2. Євдокімов А. А. Інфраструктура просторових даних [Електрон. ресурс] : навч. посіб. / А. А. Євдокімов, Н. О. Манакова, Т. С. Сенчук ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Електрон. текст. дані. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 159 с. – Режим доступу: <https://eprints.kname.edu.ua/63676/>, вільний (дата звернення: 13.09.2024). – Назва з екрана.
3. Часовник П. П. Автоматизовані системи картографії та геоінформаційних систем : навч. посіб. / П. П. Часовник, О. В. Мартинюк, С. І. Крижанівський. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2019. – 240 с.
4. Кавецький І. І. Геоінформаційні системи: навч. посіб. / І. І. Кавецький, А. В. Діброва, О. О. Шевченко. – Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2021. – 184 с.
5. Іщук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС : навч. посіб. / О. О. Іщук, М. М. Корнєв, О. Є. Кошляков ; за ред. акад. Д. М. Гродзинського. – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2003. – 200 с.
6. Геодезичний енциклопедичний словник / за редакцією Володимира Літинського. – Львів : Євросвіт, 2001. – 668 с.
7. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність [Електрон. ресурс] : Закон України від 27.07.2013 № 353-ХІV. – Електрон. текст. дані. –

Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/353-14>, вільний (дата звернення: 30.08.2024). – Назва з екрана.

8. Тітова С. В. Географічні карти та картографічний метод дослідження. Том 2 : Картографічний метод дослідження [Електрон. ресурс] : посібник / С. В. Тітова, Т. В. Дудун. – Електрон. текст. дані. – Київ, 2017. – 150 с. – Режим доступу : https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/06/kmd_2_tom_titova_dudun.pdf, вільний (дата звернення: 30.08.2024). – Назва з екрана.

9. Дорожко Є. В. Перетворення паперового картографічного матеріалу в цифрову модель місцевості [Електрон. ресурс] / Є. В. Дорожко // Комунальне господарство міст : наук.-техн. зб. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Вип. 7 (146). – С. 214–217. – (Серія: Технічні науки та архітектура).– Режим доступу : <https://core.ac.uk/download/pdf/196237012.pdf>, вільний (дата звернення: 30.08.2024). – Назва з екрана.

Електронне навчальне видання

АФАНАСЬЄВ Олександр Валерійович,
ЄВДОКІМОВ Андрій Анатолійович

ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ СТВОРЕННЯ КАРТ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)*

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*

Редактор *О. В. Михаленко*

Комп'ютерне верстання: *О. В. Афанасьєв, А. А. Євдокімов*

План 2024, поз. 162Л

Підп. до друку 13.09.2024. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 4,1.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Черноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: office@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.