



УДК 528.8(075)

CARTOGRAPHIC METHOD OF RESEARCH: FROM MENTALITY TO PRACTICE**КАРТОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ: ВІД МЕНТАЛЬНОСТІ ТА ПРАКТИКИ ДО НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ****Titova S. V. / Тітова С. В.***k. g. n., dotsent /к.геог. наук, доцент***Dudun T. V. / Дудун Т. В.***k. g. n., dotsent /к.геог. наук, доцент**Kyiv national university of the name of Taras Shevchenko**64/13, Volodymyrska Street, City of Kyiv, Ukraine, 01601**Київський національний університет імені Тараса Шевченка**Київ, Володимирська вул. 64/13, 01601*

Анотація. *Висвітлено сутність особливостей використання географічних карт в наукових та практичних дослідженнях. Розглянуто питання технічних прийомів аналізу карт і досліджень, які можна проводити за картами. Визначено чинники, що впливають на точність досліджень, а також розкрито перспективи розвитку картографічного методу в комплексі інших географічних методів, зокрема розглядаються основні можливості ГІС-аналізу для цілей картографічного методу дослідження.*

Ключові слова: *географічна карта, картографічний метод дослідження, картографічний метод відображення, прийоми аналізу карт, функції карт, використання карт, кореляція, багатофакторний аналіз.*

Постановка проблеми. Сучасна картографія — це захоплююча пізнавальна наука, яка за допомогою карт досліджує просторове розміщення явищ природи та суспільства, їх зв'язки, динаміку; наука, яка здібна проникати в механізми функціонування процесів у часі та просторі, прогнозувати їх подальший розвиток. За останні десятиріччя стрімкий прогрес картографії та суміжних з нею дисциплін призвели до появи нових методів, технологій, напрямків картографування й до створення нових типів картографічних творів. На сьогодні, картографію важко уявити без тісної взаємодії із аерокосмічним зондуванням, геоінформатикою та телекомунікацією. Електронні карти, та атласи, анімації, трьохвимірні картографічні моделі та інші геозображення стають звичними засобами досліджень для географів, геологів, екологів та інших спеціалістів. Можливість використання географічних карт в якості засобів дослідження відома досить давно. З античного часу до наших днів карти служать для систематизації знань, створення теорій та розвитку філософських уявлень про світ, тому на сучасному етапі особливо важливо з розвитком комп'ютерних технологій вміти досліджувати та аналізувати картографічні твори.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Історичні аспекти розвитку картографії свідчать про те, що з одного боку, карти відображали успіхи у пізнанні навколишнього середовища людиною, а з іншого — надавали можливість вивчати реальний світ, вирішувати за їх допомогою численні практичні, а з часом і наукові завдання. Перші приклади застосування карт в наукових цілях відносяться до XVIII – XIX ст., коли систематизація великого за



обсягом фактичного матеріалу, який було накопичено в науках про Землю, призвела до створення перших тематичних карт, які дали поштовх для нових досліджень. Саме за картами відкрито: географічну зональність природних явищ, закономірності річних і вікових коливань магнітного поля Землі, великі магнітні аномалії, подібність в абрисах континентів тощо. За картами вивчають взаємозв'язки об'єктів, їх структуру, розвиток у просторі й часі, прогнозують розміщення й розвиток об'єктів. У процесі використання карти виконують різні функції:

1. Комунікативну, яка полягає у збереженні й передачі просторової інформації про навколишній світ;
2. Пізнавальну, суть якої полягає у вивченні об'єктів природи і суспільства та здобутті нових знань про них;
3. Оперативну – безпосередній зв'язок з вирішенням різних практичних завдань (наприклад з навігації, управлінням сільським господарством тощо);
4. Конструктивну – функція карти проявляється під час розроблення й реалізації господарських та соціальних проектів.

Прогностична роль карти, яку можна розглядати як продовження пізнавальної і яка надає можливість передбачати просторові й часові зміни у поширенні об'єктів, а також їх стан.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми.

Сьогоднішній світ розвивається надто швидко і при дослідженні, вивченні та аналізі картографічних джерел можна виділити два уявлення про простір і час:

- онтологічне (розглядає їх як основні форми існування матерії, які властиві всім об'єктам і явищам реальної дійсності);
- гносеологічне (розглядає простір і час як загальні фундаментальні категорії теорії пізнання).

Перше уявлення ґрунтується на визнанні об'єктивності простору і часу, наявності нерозривного зв'язку простору, часу, матерії і руху, друге – навпаки допускає «розрив» відмічених реалій для кращого розуміння пізнавальних функцій понять, що розглядаються. Так О. Ф. Асланікашвілі (1974 р.) запропонував визнати відносну самотійність просторової «оболонки» об'єктів картографування по відношенню до їх змістової «начинки». При чому, сам процес картографування розглядається ним як відображення лише «оболонки» (простору предметів пізнання), яка відображена на картах перед усім контурними лініями, які розмежовують об'єкти. Певний відрив простору від змісту в пізнавальних цілях можна побачити і в «картографічному образі», під яким О. М. Берлянт (1986 р.) розуміє «просторову комбінацію картографічних знаків, яку сприймає або розпізнає читач». Тільки через картографічний образ можна отримати з карти інформацію, нові знання та обґрунтування нових методів дослідження.

Формулювання мети статті. Із геопросторової парадигми випливає, що сучасний етап еволюції світової цивілізації супроводжується значними соціальними перетвореннями в нашій країні та в цілому у світі і визначається як перехід від індустріального суспільства до інформаційного, появу якого пов'язують з інформаційною революцією та розвитком інформаційних



технологій. Геоінформаційні системи дозволяють відображати взаємодію процесів та явищ, які в природі ми не можемо спостерігати, тому необхідно визначити чинники, які впливають на точність дослідження, а також розкрити перспективи розвитку картографічного методу в комплексі інших географічних методів, зокрема розглядаються основні можливості ГІС-аналізу для цілей картографічного методу дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Принципова можливість наукового дослідження за картами закладена в тому, що точна та детальна карта складена на суворій науковій основі, документально фіксує різноманітну та досить багатокількісну інформацію про географічне середовище й, одночасно, сама слугує джерелом об'єктивної інформації при різних дослідженнях. Для наукових досліджень за картами надзвичайно важливим є те, що карта дозволяє роздільно вивчати багато чинників, які в природі діють сумісно. В цьому полягає принцип вибірковості картографічних моделей. Причому, можливе скільки завгодно точне наближення до об'єктів, які існують в природі, тобто поліпшення ступеня подібності моделі.

Можливість вирішувати за допомогою карт багато наукових і практичних завдань обумовило формування такого розділу картографії як використання карт. Він вивчає особливості та напрямки застосування картографічних творів (карт, атласів, глобусів та ін.) в різних сферах практичної, наукової, навчальної діяльності, розробляє методику роботи з картографічними творами та оцінку надійності одержаних за допомогою карт результатів. Методики використання карт розробляються не тільки картографами, але й спеціалістами тих галузей де широко використовуються картографічні твори, а спільна співпраця різних фахівців призводить до кращого використання карт, тобто застосування карт завжди розвивалося та продовжує свій розвиток на стику картографії з іншими науками про Землю та суспільство. *Картографічний метод – це метод застосування карт для пізнання зображених на них явищ.*

Пізнання розуміється як вивчення за картами структури, взаємозв'язків, динаміки та еволюції явищ за часом та у просторі, прогноз їх розвитку, отримання якісних та кількісних характеристик та ін. Застосування карт тісно пов'язано з їх складанням, тобто виникає система “створення - використання карт” головний зміст якої полягає у наступному: 1. джерелом вихідної інформації слугує навколишнє середовище. При картографуванні вибіркові спостереження перетворюються в карти, тобто створюються моделі цієї дійсності; 2. при картографічному моделюванні відбувається складна наукова обробка даних, яка пов'язується з абстрагуванням, аналізом та синтезом, що визначається метою та призначенням карти. На процес моделювання впливають рівень знань, ступінь вивченості об'єкта, науково-методичні принципи картографування, логіка класифікацій, рівень генералізації зображення, система умовних позначень та інші чинники; 3. за ходом наступного застосування карт відбуваються нові перетворення інформації, які також залежать від мети дослідження, кваліфікації та досвіду дослідника, застосування технічних засобів, алгоритмів та програм і ін., при цьому будь-який ланцюг дослідження, починаючи з вихідної гіпотези та закінчуючи вимірювальними інструментами



вносять спотворення до результату, тому отриманий результат необхідно завжди співвідносити з реальною дійсністю, інтерпретувати його та при необхідності вносити корективи.

Таким чином, в системі “створення - використання карт” існують два тісно пов’язаних методи:

- картографування, або картографічний метод відображення, мета якого складається у переході від реальної дійсності до карти (моделі);

- картографічний метод дослідження, який використовує карти (моделі) для пізнання дійсності.

Ці методи перетинаються та мають зворотні зв’язки, а при інтерактивному комп’ютерному створенні карт, особливо при застосуванні геоінформаційних технологій, дуже важко розпізнати, де закінчується створення та починається використання та перетворення карти. Наприклад: оцінкові та прогнозні карти створюються за результатом трансформування та синтезу декількох аналітичних карт, в цьому випадку, вихідні карти є джерелом для створення, вони стають матеріалом для дослідження та синтезу. Карта, на відмінну від інших способів комунікації надає не послідовність сигналів (знаків), а множину знаків одночасно, що створює можливість їх просторової комбінації, тобто складання, взаємного перекриття, сусідства, об’єднання, перетину тощо.

Вузьке інформаційне трактування картографічної інформації не дає можливості оцінити та виміряти об’єм інформації, який може отримати читач, оскільки картографічна інформація не вичерпується навантаженням карти, а має прояв через відношення між зображуваними явищами (взаємозв’язки, залежність, положення, конфігурація тощо). Частина картографічної інформації присутня на карті ніби у схованому вигляді та не піддається формально-інформаційній оцінці.

Розглядаючи картографічну інформацію як результат сприйняття картографічних образів можна сказати, що читач карти отримує цілу систему взаємопов’язаних трактувань, деякий набір відомостей про об’єкт, який вивчається, причому ці варіанти інтерпретації допускають кількісну (картометричну) оцінку. Інша обставина полягає в тому, що деякі комбінації, правильно побудовані із формальної точки зору, можуть не мати сенсу в межах змістовної інтерпретації, тобто не мають корисних для читача відомостей. Всі ці уявлення про формування системи картографічних образів дозволяють стверджувати, що картографічна інформація, яка отримується читачем з будь-якої карти не дорівнює кількості графічних елементів.

Усі прийоми безпосередньої роботи з картою поділяють на чотири групи, які відрізняються, насамперед, за характером отримання результатів та технічною оснащеністю: описи (загальні та за елементами змісту карти); графічні прийоми (двомірні та тримірні графіки тощо); графоаналітичні прийоми (картометрія та морфометрія); математико-картографічне моделювання (математичний аналіз, математична статистика, теорія інформації).

Кожна із вказаних груп включає чисельну кількість способів та їх модифікацій, які загалом складають єдину систему, яка дозволяє досліджувати



об'єкти з різних боків.

Графічні прийоми включають побудову за допомогою карт профілів, розрізів, графіків, діаграм, блок-діаграм та двох- трьохмірних графічних моделей.

Одними із графоаналітичних прийомів є картометрія і морфометрія – призначені для вимірювань та отримання кількісних показників по картах.

Методи картометрії дозволяють безпосередньо вимірювати наступні показники: географічні та прямокутні координати; довжини прямих та звивистих ліній, відстані; площі; об'єми; вертикальні та горизонтальні кути та кутові величини.

Картометрію розглядають як вимірювання за картою кількісних параметрів об'єктів: координат, довжин і відстаней, висот, площ, кутів, напрямків тощо, тобто це способи та точність вимірювань по картах.

На відміну від картометрії, морфометрія займається розрахунком показників форми та структури об'єктів. Кількість їх достатньо велика - до декількох сотень. Найбільше застосовують наступні групи показників та коефіцієнтів: окреслення (форма) об'єктів; кривизна ліній та поверхні; горизонтальне розчленування поверхні; вертикальне розчленування поверхні; схили та градієнти поверхні; щільність, концентрація об'єктів; густота, рівномірність мереж; складність, подрібнення, однорідність або неоднорідність контурів.

Математико-картографічне моделювання полягає, з одного боку, в побудові математичних моделей об'єктів реального світу за даними, що взяті з карт, а з другого – у створенні за цими моделями нових карт. Перетворення математичної моделі на картографічну дозволяє результати дослідження зробити наочними як за окремими етапами, так і в цілому, перевірити точність математичних перетворень та географічну правильність отриманого результату. Отже, маємо ланцюжок: карта → математична модель → нова карта.

Принципова можливість використання математичних методів під час аналізу карт базується на тому, що положення об'єктів на карті визначається функцією $z = f(x, y)$, тобто кожна точка карти з координатами x та y має тільки одне значення z відображеного об'єкта. Зв'язки між кількома об'єктами можуть виражатися як функціональними, так і статистичними залежностями, бути функціями не тільки простору, а й часу. Математичні перетворення дозволяють позбавитися несуттєвих подробиць у характеристиці об'єктів, замінити складні й невідомі залежності на більш прості й відомі тощо.

Найбільш розробленими й тими які найбільш успішно застосовуються у географічних дослідженнях є прийоми теорії апроксимації, математичної статистики та деякі розділи теорії інформації.

Дослідження картографічного зображення може дати ефективні результати тільки в тому випадку, коли вивчаються не окремо взяті об'єкти, а велика їх кількість, наприклад зображення всіх річок або населених пунктів на будь-якій достатньо великій ділянці карти. Таке вивчення називається статистичним. Воно є одним із способів пізнання об'єктивних законів дійсності. В процесі статистичного вивчення явищ виявляють статистичні закономірності, які мають



силу для всієї маси об'єктів та явищ в цілому. В окремо взятому явищі вони можуть й не проявитися. Прийоми математичної статистики застосовують при вирішенні за картами таких основних завдань: визначення узагальнюючих статистичних показників зображених на карті об'єктів; вивчення форми й тісноти зв'язків між об'єктами, зображеними на різних картах; оцінки ступеня впливу окремих чинників на об'єкт, що досліджується; виділення головних чинників.

Показниками математичної статистики є: частковість (величина, що найбільш часто зустрічається на даній ділянці карти), медіана (величина, яка розділяє впорядковану вибірку навпіл), середнє арифметичне (є часткою від ділення суми всіх варіантів на їх кількість), середнє зважене арифметичне (розраховується із врахуванням відносної ваги кожного варіанту або кожного інтервалу в межах вибірки), розмах (амплітуда ряду варіантів, отриманих з ділянки карти, яка аналізується), або амплітуда значень, коефіцієнти варіації (є визначене у відсотках відношення середньоквадратичного відхилення до середньоарифметичного), кореляції тощо. Для характеристики взаємозв'язку між двома явищами, зображеними на різних картах, використовуються безрозмірні величини, названі коефіцієнтом кореляції та кореляційним відношенням.

Статистичному вивченню можуть бути доступні всі елементи змісту карти. Для отримання найбільш достовірних результатів статистичного дослідження картографічного зображення необхідно ці дослідження проводити за картами великих масштабів, які правильно та докладно передають всі елементи місцевості, але не виключається можливість того, що виявлення деяких характеристик може бути проведена й за картами дрібних масштабів.

Статистичні дослідження необхідно проводити за певною програмою. При вивченні будь-якого елементу карти необхідно визначити розміри ділянки, спосіб вибіркового дослідження, точність з якою слід проводити виміри. Визначення оптимальної кількості спостережень є досить важливою умовою правильного дослідження. Мала кількість спостережень може призвести до грубих результатів, а досить об'ємна кількість спостережень, з точки зору економічних поглядів недоцільна. Розрахунок кореляції складає основу для формування більш складних видів аналізу: регресійного, дисперсного, факторного, тощо. Дуже часто при дослідженні ставиться завдання визначити основні чинники, які визначають розвиток, розміщення того чи іншого явища. Це завдання вирішує багатомірний факторний аналіз. Він дозволяє звести до мінімуму (два або чотири головних чинника) досить великі сукупності вихідних показників, які характеризують складне явище або процес. Використання прийомів математичного моделювання у картографії є прогресивним явищем, але не слід перебільшувати його значення. Застосування прийомів математичного моделювання потребує розчленування об'єкта на частини, спрощення складних зв'язків, вилучення побічних чинників, введення багатьох попередніх умов і обмежень тощо. Формальні математичні методи, які значною мірою об'єктивізують результати досліджень, мають поєднуватися з якісним аналізом і описом об'єктів з чіткою географічною їх інтерпретацією.



Якщо математичні шляхи не знаходять географічного тлумачення, вони не беруться до уваги як такі, що не відтворюють стан об'єктів, їх особливості, зв'язки тощо.

Питання про точність досліджень за картами належить до числа найскладніших та найменш розроблених серед інших питань застосування картографічного методу.

Порівняно не складно визначити точність вимірювань та розрахунків за картами. Цим займається картометрія і геометрія випадкових помилок. Значно складніше встановити як впливають на точність науково-методичні принципи і робочі гіпотези, які покладено в основу кожного конкретного дослідження.

Відомо, що кількість наукових та практичних завдань, які вирішуються за допомогою картографічного методу, потребують особливого підходу до рішення цих проблем. Навряд чи можна запропонувати універсальні критерії оцінки точності, а головне, наукової достовірності результатів, отриманих при аналізі карт. Однак доцільно перерахувати основні чинники, які визначають точність досліджень за картами. Перш за все, точність найбезпосереднішим чином залежить від цілей та завдань дослідження. З цим пов'язаний вибір картографічних джерел, технічних прийомів, об'ємів вимірювань та розрахунків, розробки методики дослідження, тобто подальший процес аналізу карт.

Іншим важливим чинником є точність вихідних карт або картографічна точність досліджень. Вона, в свою чергу, залежить від математичної основи і масштабу карти, від її сучасності, достовірності і повноти змісту, від ступеня генералізації зображення, а також від технології створення та видання карти.

Третім, не менш впливовим чинником слід рахувати точність технічних прийомів аналізу карт або так звану технічну точність досліджень. Вона визначається спотвореннями кількісних визначень і точністю вимірювальних засобів. Точність вимірювань за картами залежить і від природи об'єкта, що вивчається, і від того наскільки чітко передаються його просторові межі.

Відомо, що математична основа топографічних карт дозволяє звести помилки планового положення об'єктів до 0,5-0,75 мм у масштабі карти, вони більші в гірських і менші у рівнинних районах. Помилка висотного положення об'єктів дорівнює 0,3-0,5 висоти перерізу рельєфу на карті. Максимальні помилки є вдвічі більшими за вказані.

На дрібномасштабних картах, якими є більшість тематичних карт, точність положення об'єктів значною мірою залежить від особливостей картографічної проекції. На картах невеликих та середніх за розміром території (наприклад, адміністративна область, фізико-географічний район, окрема держава) спотворення дорівнюють в основному 0,5-1% і лише в окремих місцях досягають 3%. На картах великих територій (материк, океан, півкуля, уся Земля) спотворення в центральних частинах не перевищують 2-5%, але значно зростають до країв.

Впливає на картографічну точність й генералізація зображення. Як відомо, від неї залежить ступінь детальності поданого на карті, узагальнення змісту та географічних елементів. На тематичних картах помилки в положенні об'єктів,



які пов'язані з генералізацією, дорівнюють у середньому 0,6-1,2 мм (а інколи й 3 мм) у масштабі зображення. Однак доведено, що ці помилки майже не впливають на такі статистичні або морфометричні показники, які визначаються за картами такі як коефіцієнти кореляції, густоти об'єктів, співвідношення площ, зайнятих різними ареалами тощо. Невідповідність змісту карти сучасним уявленням про зображений об'єкт може привести до збільшення у десятки разів помилок картографічного зображення та значно зменшує надійність досліджень за такими картами.

Технічна точність дослідження пов'язана з надійністю вимірювальних приладів, обчислювальної техніки, алгоритмів та програм, захищеністю баз даних та методикою проведення самих вимірювань. На практиці прагнуть того, щоб відносні помилки вимірювань не перевищували заданих меж.

Під час визначення загальної оцінки результатів вимірювань і обчислень за картами враховують сукупний вплив картографічної й технічної точності.

В автоматизації (комп'ютеризації) картографічну генералізацію завжди вирізняють дві сторони: *семантична й геометрична*.

Генералізація якісних характеристик проходить шляхом об'єднання класифікаційних ознак об'єктів та в поєднанні позицій в легенді із врахуванням ієрархічної структури явища. Це виконується у автоматичному режимі за допомогою одно- або багатопараметричних класифікацій. Найбільш просто в генералізації реалізується цензовий відбір об'єктів.

Вимоги картографічної генералізації накладають жорсткі обмеження на автоматизацію геометричної (просторової) складової. Тут не підходять методи формального (механічного) округлення креслень, автоматичне розпізнавання ієрархії геометричних структур складає основне завдання комп'ютерного розпізнавання образів.

Автоматизація узагальнення даних різна в залежності від способу їх відображення — растрового або векторного. При генералізації растрових даних їх значення перераховуються із врахуванням сусідніх пікселів. Алгоритми оперують одночасно з кількісними та якісними характеристиками статистичних або атрибутивних даних.

При генералізації ліній проходить геометричне маніпулювання із ланцюжками координатних пар (x, y) . Комп'ютерні операції за змістом співпадають із традиційними процедурами картографічної генералізації.

Спрощення — операції, які дозволяють виключити зайві координатні пари, виходячи із заданого геометричного критерію (наприклад, відстані між точками або зміщення від центральної лінії).

Округлення — забезпечує зсув координатних пар для усунення дрібних звивин та зберігання тільки найбільш великих вигинів ліній. Як правило, округлення оцифрованої лінії використовується для зменшення спотворень кодування, рахуючи при цьому, що це якісно покращує таку лінію.

Зміщення об'єктів — здійснює зсув об'єктів, щоб при зменшенні масштабу запобігти їх зливанню або накладанню; більшість алгоритмів переміщення об'єктів у векторному форматі орієнтовано на інтерактивний режим.

Коректування — у спрощений набір даних запроваджують деякі деталі



(наприклад, для підкреслення особливостей узбережжя); один із способів пропонує розчленування лінії шляхом введення додаткових точок для досягнення подібності з оригіналом.

Злиття — об'єднання двох сусідніх об'єктів при зменшенні масштабу, наприклад, паралельні лінійні об'єкти (контур лісу або дорога) у дрібному масштабі можуть зливатися. Алгоритм спрощення ліній відрізняється критеріями вибору точок, а саме:

Алгоритм незалежних точок дуже простий та ніяк не враховує топологічні зв'язки із іншими координатними парами: відкидається або кожна n -на точка (наприклад, третя, десята), або випадково обирається $1/n$ частка набору координатних пар.

Алгоритм локальної обробки забезпечує виключення координатних пар із врахуванням положення сусідніх точок, визначається наступними критеріями: евклідова відстань між точками (довжина відрізка оцифрованої лінії); зміна кутів між сусідніми відрізками лінії; комбінація перших двох критеріїв.

Існує різні розширення алгоритмів локальної обробки, пошук в них відбувається не тільки серед сусідніх точок, а оцінюються й відрізки лінії. Величина пошуку визначається різними критеріями, в тому числі складністю ліній, щільністю координатних пар, початковою точкою пошуку.

Використання теорії фракталів. Спрощення та округлення, безперечно, покращують загальний вигляд лінії, але при цьому враховується лише геометрія лінії не звертаючи уваги на географічні особливості. Для деяких об'єктів (доріг, річок) такі методи цілком виправдовують себе, однак при цьому залишається багато неврахованих та й просто загублених природних особливостей.

Треба зазначити, що деяка кількість географічних об'єктів (узбережжя морів, океанів, річки, державні кордони тощо) там де вони проведені за природними контурами — мають фрактальну властивість само подібності. На сьогодні розроблені алгоритми, які дозволяють використовувати фрактальні властивості для генералізації лінійних об'єктів. Існує такий спосіб генералізації при якому зберігається фрактальна розмірність лінії, наприклад, за допомогою додавання деталей оцифрованих або вже генералізованих ліній при збільшенні масштабу.

Картографічний метод дослідження та геопросторовий аналіз.

Геопросторовий аналіз – це процес пошуку просторових закономірностей у розподілі географічних даних і взаємозв'язків між об'єктами [4].

Геопросторовий аналіз є свого роду унікальною лінзою, через яку вивчаються події, структури й процеси, які відбуваються на землі або поблизу поверхні нашої планети. В результаті аналізу географічної інформації отримують якісно нову інформацію й виявляють досі невідомі закономірності.

Методи просторового аналізу працюють у ряді просторових і часових масштабів. При вивченні просторового аналізу наступні аспекти є суттєвими:

- Область. Областю геопросторового аналізу є поверхня Землі, оболонка над нею при аналізі топографії й атмосфери, оболонка під нею при аналізі ґрунтових вод і геології.



- Масштаб. Масштаб сутностей геопросторового аналізу простягається від невеликих об'єктів (наприклад, записи археологів про місця знахідок шматочків керамічних виробів розміром декілька сантиметрів або меж власності вимірних до міліметра) до глобальних (наприклад, аналіз температури поверхні моря і глобального потепління).

- Час. Аналіз простягається в минулий час (наприклад, історичні дослідження міграції населення, вивчення структури археологічних місцезнаходжень або детальне картографування руху континентів) і в майбутній час (наприклад, спроби передбачити напрямки ураганів, танення льодових або зростання міських районів).

Геоінформаційні системи відрізняються від інших інформаційних систем саме тим, що мають ефективні можливості аналізу просторових даних і на їх основі виконують просторове моделювання об'єктів і явищ. ГІС – це не просто комп'ютерна система для створення карт, хоча вона може створювати карти на різних рівнях у різних проєкціях, ГІС є аналітичний інструмент. Основною перевагою ГІС є те, що вона дозволяє визначити просторові відносини між об'єктами карти. ГІС не зберігає карту в будь-якому загальноприйнятому розумінні цього слова і не зберігає певний образ або уявлення про географічні області. Замість цього ГІС зберігає дані, за якими можна викреслити потрібний вид згідно з певною метою.

ГІС-аналіз – це геопросторовий аналіз, що виконується засобами геоінформаційних систем і технологій. ГІС-аналіз – одна з головних функцій ГІС, яка виконує потужну роботу геопроцесінгу, щоб виробляти додаткову і аналітичну інформацію, використовуючи різні аналітичні засоби ГІС. Аналітичні можливості ГІС дозволяють отримати відповіді на безліч просторових запитів, вирішити велику кількість просторових задач у різних предметних галузях. Використовуючи ГІС-аналіз можна комбінувати інформацію з багатьох незалежних джерел і отримувати нові набори інформації (результати). Просторовий аналіз, який заснований на ГІС відкриває нові шляхи до розуміння просторової неоднорідності та просторових залежностей, що можуть зробити просторовий аналіз потужним джерелом інформації. Всі ГІС будуються на основі формальних моделей, що описують розміщення у просторі об'єктів і процесів. Географічні моделі нашого світу утворюють інформаційну основу ГІС-аналізу. Моделі є корисними і використовуються в широкому спектрі застосувань ГІС від простої оцінки до передбачення майбутнього ландшафту. У минулому моделювання часто було необхідним в парі з ГІС зі спеціальним програмним забезпеченням, призначеним для функціонування у сфері динамічного моделювання. Але із зростанням потужності апаратного і програмного забезпечення ГІС тепер можна повернутися до дослідження цього співвідношення. Моделювання в ГІС порушує низку важливих питань, включаючи питання про перевірку ролі масштабу, точності, проєктування об'єктів інфраструктури з метою сприяння обміну моделями. У геоінформаційних системах географічні об'єкти відображаються двома основними типами моделей: векторними і растровими. У векторній моделі географічні об'єкти представляються графічними примітивами – точковими,



лінійними і полігональними просторовими об'єктами. У растровій моделі географічні об'єкти представляються матрицею чарунок. Кожний шар – це один атрибут. Розмір чарунки визначає точність відображення географічних об'єктів і результату аналізу. Для просторового аналізу важливою є інформація про те, що являє собою географічний об'єкт як він виглядає, а також - інформація про структуру, просторову цілісність, характер мінливості об'єктів. Наш світ складається з безлічі географічних об'єктів, які для виконання аналізу доцільно декомпонувати за типами. Тип географічних об'єктів визначають сутність процесу аналізу, вибір методу і порядку аналізу.

Дискретні географічні об'єкти – це окремі макротіла, явища реального земного простору.

Кожний дискретний об'єкт відмежований від інших об'єктів у просторі або в часі і завжди займає точно визначене місце розташування в просторі.

Безперервні явища (поля) характеризують територію в цілому, а не окремі об'єкти. Безперервні явища – це явища, які змінюються у просторі постійно та не мають проміжків. Безперервні дані представляють у вигляді:

- безперервних поверхонь, підкреслюючи зміни кількісного показника із зміною місця;
- регулярних або нерегулярних множин точок (ГІС оцінює наявність даних цього типу за щільністю спостережень);
- обмежених площ, які вміщують дані одного типу (межа площі вказує на дискретну зміну показника на площі).

Об'єкти, узагальнені за площею, відображають узагальнену характеристику або концентрацію окремих об'єктів у межах області. Об'єкти, узагальнені за площею, характеризують загальну кількість інших об'єктів у межах даної площі або їх узагальнені показники. Значення показника характеризує площу в цілому, а не кожену точку окремо. Статистичні показники узагальнюються для певної території. Узагальнені показники характерні для адміністративних районів, поштових відділень тощо. Дані можуть бути створені шляхом:

- статистичного аналізу – за кодом, який визначає їх приналежність до будь-якої площі;
- оверлейного аналізу – графічно виділяються об'єкти, розміщені в межах зазначених площ.

Узагальнювати можна як дискретні так і безперервні події. За структурою географічні об'єкти поділяються на елементарні (прості), складені та складні.

Елементарний об'єкт не має складових частин (наприклад, окрема будівля).

Складений об'єкт утворюється групою інших об'єктів за певним (спрямованим) порядком при утворенні об'єкта, який визначається (наприклад, окрема будівля, що складається з частин).

Складний об'єкт утворюється групою інших об'єктів (елементарних, складених, складних), порядок проходження, яких при утворенні об'єкта, що визначається не фіксований (наприклад, ансамбль будівель).

За формою існування географічні об'єкти поділяються на матеріальні (реальні) й абстрактні (віртуальні).



- Реально існуючі географічні об'єкти, явища і події можуть сприйматися або безпосередньо за допомогою органів чуття, або опосередковано із застосуванням приладів.

Віртуальні об'єкти можуть не існувати в реальності, але бути відображеними. До них належать об'єкти, що існували в минулому, існування яких передбачається в майбутньому і уявні. Уявними об'єктами є межі, горизонталі, проєктовані споруди і т. п.

Просторовий аналіз пов'язаний з пошуком структури області на карті. При візуальному аналізі карти вирішуються такі задачі: розпізнавання образів; ідентифікації об'єктів; оцінка відносного розташування об'єктів; оцінка розподілу об'єктів; визначення просторових відносин об'єктів; виявлення тенденцій; оцінки місцевості в режимі реального часу, в різних масштабах, в різних розмірностях простору; швидкої обробки інформації. Традиційні карти – це плоскі (двовимірні – 2D) моделі реального світу. Для них виконується 2D візуалізація даних. Візуалізація передається за допомогою символів як окремих об'єктів, так і груп об'єктів. Символи формуються маркерами, лініями, заливанням, кольором й текстом. У ГІС можливості картографічної візуалізації визначаються потужним арсеналом засобів виведення графіки, які підтримують штрихування, заливку, заповнення текстурою, колір, пріоритети, прозорість, видимість, маскування тощо. Колір є одним з фундаментальних властивостей символів і елементів карти. Робота з картою вимагає наявності знань про умовні позначення на карті. Умовні позначення – своєрідна мова карт. Знаючи їх можна навчитися читати карту, представляти і оцінювати за ними характер місцевості та ландшафти. Значення кожного символу, використаного на карті, описується у легенді карти. Легенда карти пов'язує атрибути з географічними об'єктами. Легенда карти – це ключ, за допомогою якого ідентифікують об'єкти, що представлені на карті. Тривимірна візуалізація імітує просторову реальність. 3D візуалізація дозволяє глядачеві природно сприймати тривимірну модель земного простору, часто без спеціальної підготовки або знання легенди. Вона забезпечує те інтуїтивне розуміння, якого не можна досягнути при розгляді звичайного двовимірного зображення. 3D візуалізація дозволяє фізично уявити частину земного простору й оцінити його. 3D візуалізація дозволяє також швидше розпізнавати образи і розуміти зміни в ординаті. Створення 3D реалістичних схем вимагає значного збільшення ресурсів. Разом з тим практика останніх років свідчить про те, що попит на 3D моделі стрімко зростає. Спостерігається стійкий перехід від традиційних 2D ГІС до 3D ГІС. 3D моделі земного простору стають все більш значущими. Найбільш поширений приклад – тривимірні моделі міст. Географічні об'єкти реального світу описуються кількісними та якісними даними. Тому в багатьох випадках недостатньо знати географічну структуру тільки сукупності об'єктів однієї категорії. Найбільш повним буде представлення об'єктів спільно з їх кількісними даними. Вивчення географічної структури кількісних даних є одним з аспектів аналізу місця розташування. Аналіз розташування кількісних даних дозволяє порівнювати об'єкти на основі їх кількісних характеристик, визначаючи місця, що відповідають заданим критеріям або виявляючи просторові зв'язки між



кількісними показниками об'єктів, виявляти де «більше», де «менше». Географічна структура кількісних даних представляється на карті географічними об'єктами, які відображаються відповідно до їх кількісних показників. Відображення об'єктів, яке ґрунтується на кількісних показниках додає новий рівень інформації до відомостей про їх місцезнаходження.

Одна з характеристик місцезнаходження – щільність розташування об'єктів на місцевості. Щільність характеризує концентрацію, густину об'єктів на місцевості. Щільність об'єктів на певній території виражається кількістю об'єктів, що припадають на одиницю площі цієї території. Щільність визначається місцем розташування об'єктів відносно території. Можна також використовувати карту, що представляє щільність розташування дискретних об'єктів (людей, дерев, злочинів) шляхом узагальнення окремих об'єктів у будь-яку умовну точку. Кожна точка представлена вказаною кількістю об'єктів, наприклад, 1000 чи 100. Точки розташовані безладно всередині кожної області не відображають фактичного розташування об'єктів. Чим вища концентрація отриманих таким чином точок, тим вище щільність реальних об'єктів у цій області.

Просторові зміни завжди відбуваються зі зміною часу. Тому відповідь на цей запит, по-перше, становить спробу визначити зміни, що відбулися у просторі й часі на певній території. В запиті йдеться про просторово-часові зміни. Відповідь може також становити спробу визначити тенденції цих змін на певній території. Цей тип запиту може включати обидві частини для того щоб визначити, які зміни відбулися в районі дослідження з перебігом часу і якими є тенденції цих змін за вказаний період. ГІС надає можливість відстежувати зміни, показуючи місце розташування та стан об'єктів на кожний момент часу, або розрахувати і відобразити на карті зміни, що відбулися з кожним об'єктом за встановлений період. Зберігаючи і зіставляючи карти різних дат, ГІС може виконувати часовий аналіз. Знання типу зміни й типу досліджуваного об'єкта, а також уявлення про інформацію, яку припускаєте отримати внаслідок аналізу, допоможе прийняти рішення про спосіб відображення змін.

Патерн – багатозначний термін, значення якого варіюється залежно від галузі знань. Слово "pattern" означає: зразок, модель, шаблон, форма, система, структура, схема, картина, розподіл. У контексті найважливішої задачі ГІС-аналізу – отримання знання про відносини об'єктів у просторі – для терміна "просторовий патерн" у багатьох випадках доцільно використовувати значення "просторова структура". Термін "структура" походить від латинського structure – будова, розташування, порядок. Структура – це стійка форма зв'язків між елементами системи. У низці випадків термін "просторовий патерн" асоціюється з "формою просторового розподілу" об'єктів, порядком, системою розташування, розміщення географічних об'єктів на місцевості. У просторовому аналізі виконується процес пошуку, становлення й пояснення географічних структур. Унаслідок процесу описуються й порівнюються просторові структури різних місць. При цьому особливо значущими є два аспекти:

Який зв'язок між двома або кількома наборами даних, що займають теж



місце. Наприклад, можна побачити безпосередній зв'язок між висотами різних регіонів і кількістю опадів, які випадають в них.

Усі географічні явища різняться за своєю інтенсивністю у просторі. Наприклад, розглянемо коефіцієнти народжуваності по всій території окремої країни. В одних районах народжуваність висока, а в інших – низька. Щоб відповісти на це питання повністю, маємо описати й пояснити ці структури.

Виділення просторових структур – це складне питання, що вимагає застосування арсеналу потужних засобів просторового аналізу. Виділення структури об'єкта – найважливіший складник вивчення об'єкта як системи. Основні кроки виділення структури наступні: виділення безлічі елементів системи; визначення просторових розташувань елементів простору; виділення зв'язків (відносин) між елементами, які є інваріантними за певних змін системи.

Вивчення просторових патернів має на меті знаходити певні закономірності в розташуванні об'єктів і причини такого розташування останніх. При виконанні аналізу необхідно визначити: територіальне охоплення; форму розташування, розподілу об'єктів; типи просторових відносин з іншими об'єктами; визначають просторові відносини; кількісні та якісні значення зв'язків; статистичні характеристики структур; причини розташування об'єктів.

Слід також зазначити, що зміст аналізу визначається предметною галузю й методами самого аналізу. Аналіз просторових патернів відіграє важливу роль у вирішенні задач у багатьох сферах. Спектр галузей застосування досить широкий: містобудування, земельні ресурси, транспортні системи, торгівля, сільське господарство, демографія, навколишнє середовище, корисні копалини, охорона здоров'я, тваринний і рослинний світ. В одних випадках географічні змінні відображаються у вигляді патернів точок, патернів ліній або патернів районів. В інших випадках патерни становлять безперервний розподіл змінних по області дослідження.

Висновки. Сучасна картографія багатогранна, вона активно проникає у всі науки про Землю – це наука, яка за допомогою карт розкриває сутність нашого світу, описує фізичні й культурні моделі планети Земля та її процесів. Вона допомагає здобути знання про те, що відбувається, дає прогнози і надає систематичну інформацію для планування і прийняття рішень, вона впливає на нашу ментальність.

Картографічний метод дослідження допомагає краще зрозуміти різні просторові явища і їх взаємозв'язки, такі як відносини між змінами в землекористуванні, поверхневій гідрології, повенях тощо. Висвітленням сутності картографічного образу, інформації, трансформації та інтерпритації, ми намагалися зачепити й суміжні питання, які перш за все відносяться до картографічного моделювання, використання карт та застосування ГІС-аналізу в цьому процесі, тому розглядається ціла низка питань, яка розкриває властивості карт як моделей дійсності, процесу формування та перетворення картографічних образів, виникнення картографічної інформації, причому не тільки за допомогою традиційних способів та методів картографічного методу дослідження, а й за допомогою сучасних геоінформаційних систем із



застосування основних можливостей ГІС-аналізу.

Література

1. Аврутин.В. Д. О трехмерной модели городского пространства Санкт-Петербурга / В.Д. Аврутин, В. Ю. Руденко, А. Ю. Ломтев. – М. : Data+, ArcReview, No 4 (51) 2009.
2. Берлянт А. М. Образ пространства: карта и информация.– М.: Мысль,1986.– 240 с.
3. Леонов А, Tracking Analyst. Динамическая визуализация и анализ пространственно-временных изменений / А. Леонов. – М.: Дата+, ArcReview, No 3 (30), 2004.
4. Митчелл Энди. Руководство по ГИС Анализу. Часть 1 : Пространственные модели и взаимосвязи / Энди Митчелл ; пер. с англ. – К., ЗАО ЕСОММ Со ; Стилос, 2000. – 198 с.
5. Палеха, Ю. Н. Анализ распределения плотности населения крупнейшего города средствами ГИС / Ю. Н. Палеха, В. Д. Шипулин // Ученые записки Таврического национального университета, серия Географическая, Том 17(56) No 2 – Симферополь, 2003
6. A Frame work for Understanding, Managing, and Improving Our World GIS – The Geographic Approach. By Jack Dangermond. – Esri, ArcNews Online, Fall, 2007
7. GIS, Spatial Analysis, and Modeling / David J. Maguire, Michel Batty, and Michael F. Goodchild, editors. – ESRI Press, Redland, California, 2005, – 483 p.
8. Geospatial Analysis – a comprehensive guide. 3rd edition © 2006– 2011 de Smith, Goodchild, Longley // Mike de Smith – Edinburgh, Mike Goodchild – Santa Barbara, Paul Longley – London. – Matador, 2009.

References

1. Avrutin. D. On the three-dimensional model of the urban space of St. Petersburg / V.D. Avrutin, V. Yu. Rudenko, A. Yu. Lomtev. - M.: Data +, ArcReview, No 4 (51) 2009.
2. Berlyant A.M. Image of space: map and information.– M .: Thought, 1986.– 240 p.
3. Leonov A, Tracking Analyst. Dynamic visualization and analysis of space-time changes / A. Leonov. - M .: Date +, ArcReview, No 3 (30), 2004.
4. Andy Mitchell. Guide to GIS Analysis. Part 1: Spatial models and relationships / Andy Mitchell; per. from English - K., ZAO ESOMM Co; Stylos, 2000. - 198 p.
5. Palekh, Yu. N. Analysis of the population density distribution of the largest city by means of GIS / Yu. N. Palekh, V. D. Shipulin // Uchenye zapiski Tavricheskogo national university, Geographical series, Volume 17 (56) No 2 - Simferopol, 2003
6. A Frame work for Understanding, Managing, and Improving Our World GIS – The Geographic Approach. By Jack Dangermond. – Esri, ArcNews Online, Fall, 2007
7. GIS, Spatial Analysis, and Modeling / David J. Maguire, Michel Batty, and Michael F. Goodchild, editors. – ESRI Press, Redland, California, 2005, – 483 p.
8. Geospatial Analysis – a comprehensive guide. 3rd edition © 2006– 2011 de Smith, Goodchild, Longley // Mike de Smith – Edinburgh, Mike Goodchild – Santa Barbara, Paul Longley – London. – Matador, 2009.

Annotation: *Essence of features of the use of geographical maps is reflected in scientific and practical researches. The question of technical receptions of analysis of maps and researches that*



can be conducted after maps is considered. Factors that influence on exactness of researches are certain, and also the prospects of development of the cartographic method are exposed in the complex of the geographical methods, in particular basic possibilities of GIS-analysis are examined for the aims of cartographic method of research.

Keywords: geographical map, cartographic methods of research, cartographic method of reflection, reception of analysis of maps, function of maps, correlation, multivariable analysis.

Статья отправлена: 8.12.2018 г.

© Титова С. В., Дудун Т. В.