

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ РЕСУРСІВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК У ДВОХ ЧАСТИНАХ

Частина 1

Чернівці
Чернівецький національний університет
2012

УДК [528.94:004.94] (075.8)
К 848
ББК 26.17 в 612

Друкується за ухвалою редакційно-видавничої ради
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича

Рецензенти:

- Потокій М. В.** – кандидат географічних наук, доцент кафедри економічної та соціальної географії географічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка.
- Заячук М. Д.** – кандидат географічних наук, доцент кафедри географії України та регіоналістики, географічного факультету Чернівецького національного університету ім. Юрія Федьковича.

К 848 **Картографічне** моделювання природних та соціально-економічних ресурсів: навчальний посібник: у 2-х частинах / Укл. С. В. Дутчак. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2012. - Ч. 1. - 164 с.

У першій частині посібника розглядаються загальна теорія та методика картографічного моделювання, методи та способи картографування природних і соціально-економічних ресурсів. Розкривається значущість картографічного моделювання у житті сучасного суспільства, висвітлюються проблеми, які виникають у результаті функціонування системи «суспільство – природа». Характеризуються основні види, властивості, структура, форми передачі та відображення картографічної інформації, об'єктно орієнтовані технології складання карт різної тематики, функціональні можливості та принципи функціонування основних типів картографічних моделей. Для студентів вищих навчальних закладів.

ББК 26.17 в 612
УДК [528.94:004.94] (075.8)

© Чернівецький національний
університет, 2012

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	5
1. ВИДИ ТА ПРИНЦИПИ КАРТОГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	7
Вихідні поняття: модель, моделювання	7
Картографічний метод пізнання дійсності	16
Поняття про картографічне моделювання, його види та принципи	22
2. ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ КАРТОГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ	26
Загальне поняття об'єкта картографічного моделювання та основні напрями його досліджень	26
Природні ресурси як об'єкт картографічного моделювання	33
Соціально-економічні ресурси як об'єкт картографічного моделювання	38
Предмет картографічного моделювання	43
3. ЗАСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА МОВА КАРТИ	48
Картографічна знакова система як мовне утворення	48
Картографічна синтактика, семантика, прагматика	53
4. ЗНАКОВІ СИСТЕМИ В КАРТОГРАФІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ	60
Знакові системи тематичного картографічного моделювання	60
Способи зображення об'єктів	68
5. МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	72
Особливості системного поєднання математичних і картографічних моделей для створення нових карт	72
Прийоми математичного аналізу картографічної інформації	76
Імовірнісні статистичні способи дослідження в картографії та прийоми досліджень запозичені із теорії інформації	76
6. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ В СИСТЕМІ КАРТОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	86
Теоретичні основи інформаційно-картографічного моделювання геосистем	86
Геоінформаційні системи - як засіб інтеграції наук при географічних дослідженнях	88

Сутність, специфіка і види геоінформації в картографічному моделюванні	98
7. АВТОМАТИЗОВАНІ КАРТОГРАФІЧНІ СИСТЕМИ. КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ІНТЕРАКТИВНОМУ РЕЖИМІ	112
Поняття про автоматизовані картографічні системи та банки картографічних даних	112
Основні технічні засоби баз картографічних даних. Формування баз даних.	113
Загальні вимоги до організації і функціонування баз даних	118
Специфіка картографічного моделювання в інтерактивному режимі	125
8. ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА ЙОГО ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ	131
Головні напрями загальнонаукового картографічного моделювання системи «суспільство – природа» в Україні	131
Проблемне картографування. Концептуальні основи картографічного моделювання природокористування	135
Методичні особливості картографічного моделювання природокористування та основні напрями проблемного картографування	138
9. МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ	149
Особливості медико-екологічного картографування	149
Картографічне моделювання в програмах радіоекологічного моніторингу	152
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	162

Передмова

Моделювання як загальнонауковий метод інтенсивно поширюється в усіх галузях сучасної науки. Він дає змогу досліджувати складні матеріальні та ідеальні об'єкти реального світу.

Поняття карти як моделі введено в картографію наприкінці 60-х років. Завдяки такому розумінні та сприйняттю карти змінилася трактовка картографії як науки, що відображає та досліджує природні та соціально-економічні явища за допомогою карт (К. О. Саліщев, 1975).

Сприйняття карти та картографування як моделі особливого типу, процеси побудови й використання карт сприяли розвитку цікавих теоретичних розробок у галузі дослідження геосистем та їх компонентів на основі картографічного моделювання.

Картографічне моделювання загалом є нині основою нового розділу картографії. Він включає в себе питання теоретичних знань, які картографія нагромадила протягом усього її розвитку з давньої давнини, і все нове, що сучасна наука народжує, розвиваючись завдяки математизації, автоматизації тощо. Доробок учених-картографів, які розглядали питання картографічного моделювання, досить значний. Але на даний час ще недостатньо наукових узагальнень про картографічне моделювання як теорію, що поєднує визнані в картографії методи проектування, укладання та використання карт для дослідження об'єктів реального світу.

Питання картографічного моделювання складні, окремі з них дискусійні. Так, дискусія про предмет і метод картографії може й далі тривати, якщо не розглянути об'єкт досліджень і моделювання. Фактично йде пошук відповіді на два основні питання: що картографуємо і для чого картографуємо.

Окремі картографічні школи (зокрема Московська) картографічний метод дослідження сприймають (розуміють) як процес вивчення та використання вже існуючих карт. У цьому випадку звужуються творчі функції картографічного моделювання, власне створення картографічних моделей. Окрім цього, в сучасних умовах суспільної практики дедалі більше виникають потреби в дослідженні ще незнаних зв'язків,

взаємодії об'єктів та явищ за допомогою нових складних за структурою систем картографічних моделей. Тому маємо сприймати той факт, що картографія нині переходить на новий вищий рівень свого розвитку.

Картографічне моделювання, завдяки своїм пізнавальним можливостям, стає основою при дослідженнях системи суспільство-природа, відображення її природних, соціально-економічних елементів, їх взаємодії на картографічних моделях і використання цих моделей як засобів пізнання реального світу.

Навчальний посібник «Картографічне моделювання природних та соціально-економічних ресурсів» розроблений на основі результатів наукових досліджень провідних вчених різних картографічних шкіл, зокрема українських картографів - А. П. Золовського, І. Ю. Левицького, В. А. Пересадько, О. Є. Маркової, Л. Г. Руденка, Т. І. Козаченко, Г. О. Пархоменко, В. П. Разова, В. А. Барановського, А. М. Молочко, Я. І. Жупанського, В. О. Шевченка, Л. М. Доценко, Р. І. Сосса, М. В. Потокія та ін.; російських - К. О. Саліщева, О. М. Берлянта, О. О. Євтеева, С. Є. Сальникова, С. М. Сербенюка, В. С. Тікунова, В. Т. Жукова, О. С. Васмута, Є. Є. Ширяєва; грузинських - О. Ф. Асланікашвілі, М. І. Беручашвілі та ін.

В основу першої частини пропонованого навчального посібника покладено узагальнення та аналіз розвитку методології, теорії та практики картографічного моделювання проведені групою науковців (Т. І. Козаченко, Г. О. Пархоменко, А. М. Молочко та ін.) і зrealізовані у посібнику «Картографічне моделювання».

Перша частина даного посібника пропонується для студентів вузів які вивчають картографію, спеціалізуються в галузі картографії та майбутніх спеціалістів, які в своїй професійній діяльності будуть створювати картографічні моделі чи використовувати уже існуючі картографічні твори.

1. ВИДИ ТА ПРИНЦИПИ КАРТОГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Вихідні поняття: модель, моделювання.

Картографічний метод пізнання дійсності.

Поняття про картографічне моделювання, його види та принципи.

Вихідні поняття: модель, моделювання

Загальне поняття «модель» досить багатозначне. Філософське уявлення про моделі як засоби пізнання можна поширити і на моделі в картографії. О. М. Берлянт, підкреслює можливість одержання за допомогою карт відомостей про: якісні та кількісні характеристики явищ і процесів, вивчення взаємозв'язків та взаємозалежностей у геосистемах, їх динаміки та еволюції в часі та просторі, встановлення тенденцій розвитку і прогноз майбутніх станів геосистем.

Які ж якості картографічних моделей забезпечують таке широке їх використання в пізнанні навколишнього світу?

Відомо, що *модель* у широкому розумінні це – *образ* (зображення, опис, схема, креслення, графік, план, карта тощо) *або прообраз* (зразок) *будь-якого об'єкта чи системи об'єктів* ("оригіналу" даної моделі), який використовується за певних умов як їх "*замісник*" (*замінник*). У цьому загальному визначенні карту віднесено до першої категорії – образу реального світу. Але чи не може виступати карта як зразок, за яким перебудовується система-оригінал (реальна дійсність)? Звичайно, може, якщо розглянути так звані конструктивні карти, наприклад:

- карти розвитку господарства;
- карти будівництва нових об'єктів;
- карти варіантів розв'язання складних проблем взаємодії суспільства та природи (екологічних, природоохоронних тощо).

Побудова картографічних моделей розвитку фінансових структур, процесу приватизації, забезпечення потреб життя

людей чи інших явищ та процесів сучасності, тобто "*прогривання*" поведінки системи *суспільство-природа* на картографічних моделях може становити наукову основу розвитку України.

Сучасна картографія у змозі дослідити (описати за допомогою картографічної мови) реальний світ та подати зразки його оптимального для людей перетворення. Це стало можливим тому, що картографія оволоділа загальним методом моделювання та слідом за математикою, фізикою, хімією, біологією створила свій окремий метод моделювання.

Оскільки моделювання забезпечує виявлення (чи відтворення) властивостей будь-якого об'єкта, процесу чи явища за допомогою його моделі, то *найпершою вимогою* до моделі є її *відповідність (подібність) "оригіналу"*.

Відповідність може бути різного ступеня адекватності:

1) *тотожність будови моделі і оригіналу* (відповідає умовам ізоморфізму) та їх поєднання;

2) *тотожність структури деяких "спрощених варіантів" кожної з систем "оригіналів" чи моделей будь-якої складності.*

Ці загальнонаукові поняття можна розглянути на прикладах картографічних моделей. Вимогам ізоморфізму* відповідають карти-основи (або загальногеографічні карти), якщо ми будемо моделі різного масштабу за допомогою електронграфічних засобів копіювання зі збільшенням чи зменшенням масштабу моделі, яка в даному випадку є системою-оригіналом. Цей варіант ізоморфізму виявляється теж дуже доречним, коли в дослідженнях є потреба пов'язати між собою зміст двох карт, які відображають різні об'єкти для того, щоб встановити їх просторові зв'язки. Без ізоморфізму карт-основ достовірність таких зв'язків була б втрачена.

**Ізоморфізм (з грецького однакова форма) – це загальнонаукове поняття характеризує відповідність між структурами подібних об'єктів. Ізоморфними є системи в яких кожному елементові однієї системи відповідає тільки один елемент іншої і навпаки.*

Явище гомоморфізму* можна розглянути на прикладі глобусу. Зменшення в моделі Землі розмірів планети приводить до того, що її кулеподібність на моделі передається, а от вертикальне розчленування рельєфу виявляється "склеєним". При використанні картографією таких портретних моделей геосистем, як космічні знімки, втрачаються (не дешифруються безпосередньо) населені пункти, проте дуже добре відображаються поля, ріки, водосховища. На зимових знімках особливо чітко читаються ліси, річкові долини. Ці якості гомоморфізму (однозначного відображення не всіх, а лише певних властивостей системи-оригіналу) широко використовуються в картографічному моделюванні при застосуванні віддешифрованих знімків.

**Гомоморфізм – загальнонаукове поняття що характеризує тотожність структур об'єктів (моделей, систем) які порівнюються. Гомоморфізм означає однозначну відповідність, а гомоморфний образ є неповним, наближеним відображенням структури об'єкта (наприклад відношення між обличчям людини і її портретом).*

Моделювання загалом не вимагає від дослідника, який використовує моделі, додержання вимог ізоморфізму або гомоморфізму, а надає можливість користуватися арсеналом засобів побудови моделей будь-якої складності. Найголовнішим у цьому процесі є створення та використання моделей, які полегшували б розв'язання досліджуваних проблем, що постають у кожному конкретному випадку.

Завдяки математиці поняття ізоморфізму розширене до так званого ізофункціоналізму (функції, в математичному розумінні цього слова, що використовуються як первинні елементи моделей для того, щоб ввести в число параметрів ті, які описують зміни систем часових характеристик). Поняття ізофункціоналізму надає можливість моделювати не лише статичні системи, а й різні процеси (фізичні, хімічні, виробничі, соціальні, біологічні тощо). Очевидно, що це важливо в

дослідженнях сучасних змін системи «суспільство-природа» в географічному просторі та часі за допомогою картографічних моделей. Ізофункціоналізм як загальна властивість моделей, відкриває можливості використання таких універсальних моделюючих систем, якими є "мови" програм ЕОМ і для картографічного моделювання.

Моделювання – це дослідження об'єктів пізнання на їх моделях, це побудова й вивчення моделей реально існуючих предметів, явищ (живих і неживих систем, техногенних утворень, різних процесів). Моделювання забезпечує розвиток знання, тому що є пізнавальним прийомом, формою відображення дійсності.

Цілісної класифікації видів моделювання на даний час не запропоновано, хоча серед картографів загалом уже прийнятні такі ознаки-критерії класифікації:

- за засобами моделювання;
- за характером об'єктів, які моделюються;
- за сферами використання (в яких галузях знань використовується) та його рівнями.

Єдиної класифікації методів моделювання також не створено. Термінологія картографічного моделювання базується на мовних, наукових та практичних традиціях певної сфери знань, в якій створюють та вивчають моделі. Це дуже важливо для картографії, яка має свою окрему систему понять, засобів дослідження, теорій, що застосовуватися в картографічному моделюванні та розвиватися в спілкуванні з іншими методами моделювання. Проте системи понять не можна без потреби замінювати термінами, взятими з інших методів, тим паче таких що використовуються як допоміжні.

Загальноновизнані нині такі **види** моделювання:

- *предметне* (точніше його можна назвати *об'єктне*, в розумінні предмета як матеріальної сутності, матеріального об'єкта) в ході якого дослідження проводиться на моделі, яка

відтворює основні геометричні, фізичні, динамічні та функціональні характеристики "оригіналу";

- **фізичне**, як різновид об'єктного, коли модель та модельований об'єкт мають ту саму фізичну природу;
- **"предметно-математичне"**, коли замість фізичного відтворення піддаються математичному опису співвідношення у фізичній природі явища;
- **електричне**, коли на електричних моделях вивчаються процеси іншої фізичної природи (механічні, гідродинамічні, акустичні тощо);
- **знакове** – відображення об'єкта за допомогою знакових утворень (різного роду графічних засобів, математичної та іншої символіки – літер, слів і речень у певному алфавіті);
- **математичне**, як різновид знакового, що здійснюється засобами мови математики та логіки й має широкі можливості перетворень і форми запису (фіксації певної форми моделі);
- **мисленнєве**, що замінює реальну побудову знакових моделей або їх фрагментів мисленнєво-наочним поданням знаків та операцій над ними. *Мисленнєва модель* – це образ об'єкта, що може створюватися не лише на початковому етапі дослідження, а й на кінцевому, в ній мають закріплюватися знання, які людина одержує в процесі пізнання на рівні абстрактного мислення.

Крім цього, виділяють також моделювання **структури** об'єкта та моделювання його **поведінки** (функціонування процесів, які відбуваються в досліджуваній системі, де міститься об'єкт, та в ньому самому тощо). Географічне та картографічне моделювання додає до цих двох аспектів та пов'язує з ними такий надзвичайно важливий аспект розгляду географічного простору-субстрату (території чи акваторії). Моделювання іноді трактують як створення об'єкта-замісника, подібного до оригіналу. Недарма в назві однієї з своїх монографій О.М. Берлянт ввів поняття: «Образ простору - карта та інформація». Ним же зроблено узагальнення *принципів* моделювання, які мають значення для розуміння картографічного моделювання та зумовлюють систему його засобів. Отже, основними принципами моделювання за О. М. Берляндом) є:

- **принцип подібності або аналогії**, який означає відповідність моделі (М) та об'єкта (А) в заданому і-му співвідношенні:

$$M = C_i A,$$

де *C* – це критерій подібності, деяка константа, яка стверджує правомірність інформації, що одержана за допомогою моделі, відповідно до реальних об'єктів. Чим більше співвідношень відповідає критеріям подібності (C_1, C_2, \dots, C_n), тим більш вірогідною та достовірною буде отримана інформація;

- **принцип системності** – подання об'єктів як цілісної множини взаємодіючих елементів з усіма їх внутрішніми та зовнішніми зв'язками.

Цей принцип діє у двох напрямках: по відношенню до об'єкта моделювання та щодо створення системи моделей. Базується він на теорії великих систем, яка інтенсивно розвивається багатьма галузями знань, у тому числі географією та картографією, які мають справу зі складними динамічними системами живої та неживої природи, соціальними та виробничо-економічними системами, вивчають їх взаємодію в межах системи суспільство-природа.

Теорія великих систем - це теорія побудови їх моделей. Коли застосовується принцип системності по відношенню до досліджуваного об'єкта, то моделюється: *по-перше*, структура та організація об'єкта як системи-оригіналу, *по-друге*, функціонування системи, тобто процесів обміну речовиною, енергією та інформацією в межах даної системи та в більш крупній на базі моделювання взаємодіючих елементів та виділених системоутворюючих зв'язків. Складній системі-оригіналу має відповідати складна модель (комплексна карта) або система моделей (атлас карт).

В дослідженнях є змога удосконалювати моделі до завдань, охопленості та детальності вивчення об'єкта, переходити від високо-узагальнюючих окремих моделей до системи більш детальних, встановлювати ієрархічні ранги моделей згідно з ієрархією реальних систем.

Оскільки моделювання включено в процес пізнання дійсності, то воно сполучається з іншими загальнонауковими

методами, на основі чого виникають інші *загальні принципи*, серед яких принципи, важливі для розуміння картографічного моделювання: сполучення аналізу та синтезу, абстрагування та узагальнення чи конкретизації, теорії експерименту, матеріального та ідеального тощо.

Відповідно до аналітичних та синтетичних підходів у моделюванні об'єкта його спочатку «розчленовують» на складові ланки, частини, одержуючи завдяки синтезу нове інтегроване знання про об'єкт.

Загальний для моделювання *принцип сполучення аналізу та синтезу* застосовується у картографічному моделюванні. Кожна аналітична карта містить в собі елементи синтезу (узагальнення даних про будь-який об'єкт, інтеграцію інформації). Будь-яка синтетична карта може застосовуватися на подальших етапах дослідження для аналізу явищ чи об'єктів, тобто як аналітична карта, яка перетворюється в процесі картографічного моделювання на синтетичну більш високого ступеня інтеграції знань.

Загальний *принцип конкретизації* застосовується в моделюванні слідом за *принципом подібності* чи *аналогії*, коли потрібно зіставити модель із самим об'єктом, з усіма його властивостями та співвідношеннями.

У картографічному моделюванні конкретизація стосується, з одного боку, зображуваних об'єктів, з іншого – певних точок географічного простору. Тобто цей принцип має подвійне значення.

Оскільки моделювання стосується складних об'єктів реальної дійсності, то в їх дослідженні виникає потреба у виділенні головного, суттєвого в об'єкті і нехтування другорядними властивостями, структурами та співвідношеннями. Це становить ще один необхідний *принцип абстрагування*. О. М. Берлянт визначає дві форми абстрагування: *ізолюючу та узагальнюючу абстракції*. Перша з них має місце тоді, коли будь-які специфічні властивості та структури об'єкта моделюють незалежно від інших його властивостей і структур. Узагальнююча абстракція потрібна тоді, коли на моделі відтворюють властивості та структури, які притаманні великій кількості споріднених об'єктів.

У картографії завжди використовувалися *математичні методи*, і не лише у сфері математичної картографії (для побудови різних проєкцій карт), але і в тематичному картографуванні для відтворення кількісних характеристик об'єктів, у теорії засобів географічного зображення деякі з них навіть названо математико-картографічними (картограми, картодіаграми). Проте *математичний апарат сучасного моделювання дає змогу значно розширити сфери застосування принципів математичного моделювання*, які забезпечують формалізацію та пов'язані з нею кодування та символізацію, апроксимування й алгоритмізацію самого процесу моделювання. Застосування цих засобів математичного моделювання становить фундамент для переходу від традиційних методів картографічного моделювання до комп'ютерного та інших (зокрема до ПС-технологій).

Усі вищезазначені принципи мають витримуватися в межах *загального принципу логіки*. Що ж може логіка дати картографічному моделюванню?

Логіка - це наука про прийнятні способи міркування.

Розрізняють три аспекти логіки:

- *онтологічний* (логіка речей) – у ньому розглядають необхідний зв'язок явищ об'єктивного світу;
- *гносеологічний* (логіка знань) – цей аспект стосується необхідного зв'язку понять, завдяки якому пізнають "сутність та істину";
- *логіка доказів та спростувань*.

Перші два аспекти відповідають філософії та діалектичній логіці. Вони мають суттєве значення для картографічного моделювання тому, що відповідають на питання про його об'єкт та предмет.

Об'єкт картографічного моделювання – це реальний світ.

Предмет – зв'язок теоретичних розділів картографії.

Фактично предмет картографічного моделювання - це його теоретична та методична основа. Предметом картографічного моделювання є також *зв'язок понять*, що визначають об'єкт

моделювання в таких елементах картографічної моделі, як *тема карти, зміст легенди, пояснювальних підписів до знакових елементів моделі.*

При визначенні предмета та об'єкта картографічного моделювання перш за все слід розглянути можливості використання *принципів дедукції* (переходу від загального до окремого) та *індукції* (узагальнення на основі попередніх спостережень чи дослідів). Якщо розглянути шляхи розвитку картографування від загальногеографічного до так званого галузевого тематичного, то вони відповідають законам дедукції. В наукових дослідженнях часто виникає потреба спочатку загально розглянути територію та комплекс об'єктів, що розміщені в цьому просторі. Це, як правило, досягається дрібними масштабами карт оглядового типу. Поглиблення досліджень відбувається за рахунок збільшення масштабів карт та зосередження їх змісту на окремих об'єктах, які мають бути розглянуті більш детально. Тобто *дедуктивний принцип* у картографічному моделюванні визначає перехід від загальних карт до детальних із збільшенням масштабів або до серій карт, які відображають більш детально певні об'єкти чи їх властивості тощо.

У географічних дослідженнях складних систем застосовується *метод* так званих *ключів*, коли найдетальніші дослідження виконуються на обмеженій території. Встановлені закономірності зв'язків між об'єктами – це дані досліду на ключі. Разом із результатами, одержаними на інших ключах, можна зробити узагальнення. Це *індуктивний* шлях досліджень. Для картографічного моделювання він виявляється дуже складним. Без попередньої дедуктивної стадії картографічного моделювання неможливо було б створити карту, базуючись лише на даних крупномасштабних фрагментів з ключових ділянок.

На поєднанні властивостей дедуктивної та індуктивної логіки базується метод географічної екстраполяції фактів, що одержані на базі спостережень окремих ділянок, пунктів тощо. Отже,

моделювання – це безперервний процес, який не закінчується однією окремою моделлю, це скоріше

послідовна розробка серії моделей, які замінюють одна одну, або узгоджуються між собою, що забезпечує процес наближення моделі до оригіналу, який моделюють.

Послідовність розробки моделей є конкретним проявом руху пізнання від відносної до абсолютної істини. Відомо різні погляди на процес, етапи створення та використання моделі. Проте в них є спільні риси, зокрема:

- *моделювання є методом наукового дослідження, отже воно має вписуватися в конкретно-наукову методологію, в процес дослідження, що має об'єкт, мету, завдання, шляхи наукового пошуку;*
- *об'єкт дослідження являє собою систему, яка є оригіналом для побудови моделі;*
- *від аспектів розгляду системи-оригіналу, мети дослідження та завдань залежить відтворення певних рис оригіналу в його моделі;*
- *має бути складена парадигма моделі, теоретична її структура, або її перше суперсхематизоване наближення - метамодель;*
- *має бути побудована інформаційна модель системи-оригіналу (тобто база даних про систему-оригінал);*
- *порівняння створеної моделі з початковою метою дослідження, визначення похибок, їх усунення; одержання варіантів моделі, що відповідають завданням моделювання;*
- *пізнання системи-оригіналу за допомогою моделі – виконання завдань дослідження;*
- *функціонування моделі поза дослідницьким процесом (прийняття рішень щодо системи-оригіналу в суспільній практиці).*

Картографічний метод пізнання дійсності

Поняття про картографічний метод пізнання дійсності в теорію картографії ввів К. О. Салішев. Принципи та методи

теорії пізнання мають загальний характер та конкретизуються окремими науками для своїх цілей. Кожна з наук вивчає деякі певні сторони (аспекти) дійсності, використовуючи свої специфічні (власне наукові) методи та прийоми дослідження.

Картографія дає змогу людині відтворювати в її свідомості ідеальні образи реального світу опосередковано через його матеріальні образи у вигляді географічних карт або (ширше) різних картографічних зображень. Ці матеріальні образи відтворюють оригінал, тобто відображають деякі сторони дійсності та передають про них конкретну інформацію (знання), які одержує людина завдяки читанню карти без звернення до оригіналу. Така трактовка застосування карт у процесі пізнання дійсності повністю збігається з філософським трактуванням моделювання. К. О. Саліщев подає спрощену модель (схему) картографічного методу пізнання (рис. 1) та виділяє *три його форми*, які пропонується розглядати як послідовні етапи пізнавального процесу, тому що вони повністю відповідають означеним вище стадіям процесу моделювання.



Рис. 1. Схема картографічного методу пізнання дійсності (за К.О. Саліщевим)

Початкова форма (стадія чи етап) – це створення карт як просторових моделей тих чи інших фрагментів матеріального світу. Вихідні дані отримують при польовому картографуванні. Просторово визначені матеріали також накопичують спеціалісти, дослідники тих самих фрагментів матеріального світу. Ці факти стають якісно новим науковим знанням тоді, коли їх опрацьовують, упорядковують у певну систему шляхом утворення певних понять, абстрагування та застосування відповідної знакової системи, тобто при побудові картографічної моделі. Ці нові знання отримують реальне втілення в картах як моделях, закріплюються, розповсюджуються в суспільстві та передаються наступним поколінням.

До другої форми картографічного методу пізнання (другого етапу) К. О. Саліщев відносить *камеральне, лабораторне створення похідних карт* на основі переробки, перетворення, удосконалення первинних моделей. Похідні карти порівняно з первинними відтворюють якісно інші образи реального світу, які висвічують його нові особливості чи властивості, які неможливо або важко віднайти в явному вигляді на початкових, первинних картах, тим паче в самому реальному світі.

Третя форма картографічного методу пізнання полягає у застосуванні виготовлених карт для наукового опису, аналізу та пізнання дійсності. На цьому етапі географічна карта як модель явищ, об'єктів, які підлягають вивченню, виконує роль "замісника" дійсності. Саме цю модель дослідник включає в процес дослідження. Тут карта виконує подвійну роль – як засіб дослідження та як *предмет*, який заміщує реальні об'єкти, вивчення яких неможливе, або ускладнене в реальній дійсності.

Уведення в ужиток картографічної науки поняття про картографічний метод пізнання обґрунтувало розуміння *картографії як науки про відображення та дослідження природних та соціально-економічних явищ на картографічних моделях*.

Слід зауважити, що московською школою картографів поняття *картографічного методу дослідження* пов'язане лише з третьою формою картографічного методу пізнання, а саме з процесом використання карт, застосовуючи різноманітні

прийоми аналізу карт. Схема класифікації прийомів аналізу карт чітко розкриває *зміст картографічного методу дослідження*. (рис.2). Представники грузинської та української картографічних шкіл таке розуміння картографічного методу дослідження вважають обмеженим.

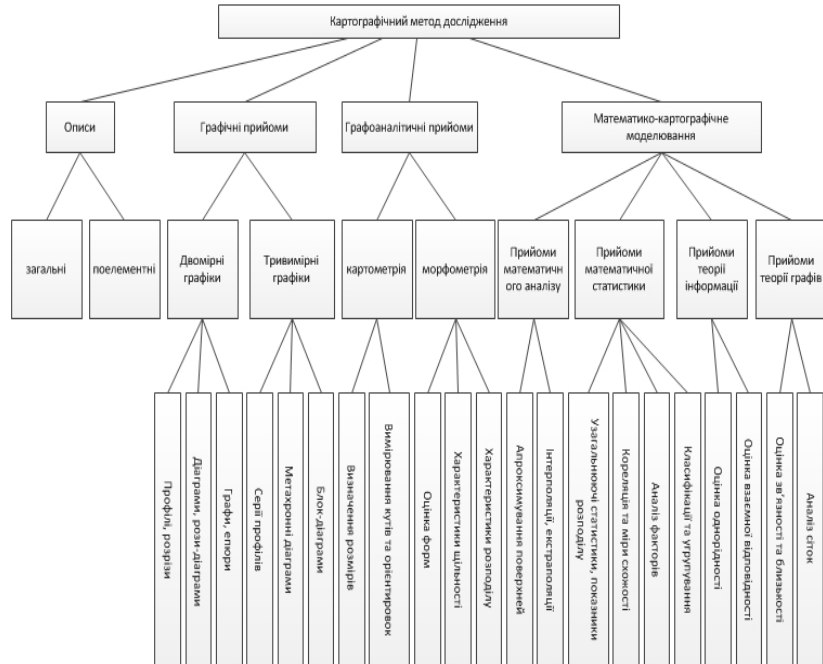


Рис. 2. Класифікація прийомів аналізу карт (за О. М. Берлянтюм)

Поняття дослідження реальної дійсності значно ширше, ніж тільки використання карт, тому що воно диктує не тільки залучення до процесу досліджень уже зроблених карт, а й висуває завдання картографічного *відображення* саме тих сторін об'єкта вивчення, які цікавлять дослідника. Тобто картографічний метод досліджень базується на поєднанні процесів створення та використання карт.

Цікаво розглянути ще одну модель процесу пізнання (рис. 3), яка включає картографічне моделювання (за

О.Ф. Асланікашвілі). В ній поряд з об'єктом дослідження та засобами його моделювання зазначені суб'єкти:

- А - той, хто складає карту (будує модель об'єкта),
- Б - той, хто використовує модель для пізнання об'єкта.

Зрозумілим стає, як завдяки інформаційним потокам здійснюється побудова моделі, сприймається образ об'єкта, осмислюється інформація про об'єкт, як далі інформація об'єктивізується і складається вторинний образ об'єкта. Найперше потрібно віднайти місце картографічного моделювання в загальній системі картографії, щоб встановити зв'язок цього методу з іншими розділами теоретичної та практичної картографії.

Карта, як модель, змальовує (моделює) не самі об'єкти та відношення, а теж моделі, тобто *уявлення про об'єкти*, які виникають унаслідок сприйняття та логічної переробки інформації. Матеріалізуючись у карті-моделі, це уявлення (образ) конкретизується, звільняє місце для знаків.

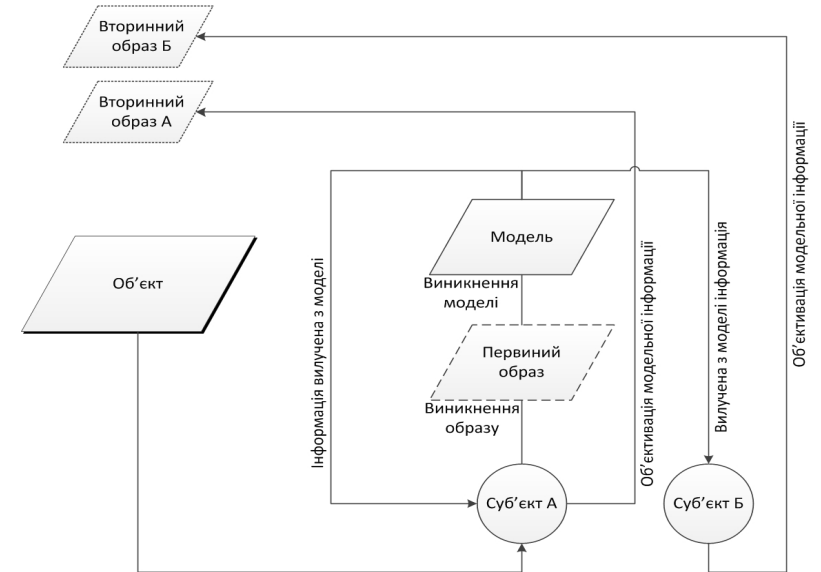


Рис. 3. Модель процесу пізнання об'єктів дійсності за допомогою картографічного моделювання (за О. Ф. Асланікашвілі)

У різних модельних ситуаціях змінюється місце і роль картографічної моделі. Вона може не лише заміщати матеріальні об'єкти дійсності, а й відображати результати діяльності свідомості і бути в цій ситуації інструментом усвідомлення й аналізу результатів діяльності власної та чужої свідомості (наприклад, географічних знань про об'єкти).

Властивості картографічних моделей:

- *Основна властивість* картографічної моделі – просторово-часова її подібність системі-оригіналу.

- *Об'єктивна відповідність* – це науково обгрунтоване зображення системи-оригіналу, головних типових особливостей її елементів з урахуванням їх генезису, ієрархії та внутрішньої структури.

- *Змістову відповідність* карти можна розглядати крізь відповідність системі-оригіналу інформаційної моделі – джерела побудови картографічної. Зміст картографічної моделі має відповідати змістові інформаційної.

- *Конкретність та абстрактність.* У дослідницькому процесі мають сполучатися обидві властивості картографічних моделей, бо ми маємо переходити від карт-спостережень, яким властива конкретність у передачі даних про об'єкт, до різноманітних карт абстрагованого узагальнення цих даних і далі відповідно до потреб практики

- *Вибірковість.* Суть її полягає в тому, що на карті можна відобразити об'єкти, явища, процеси, які в реальній дійсності діють сполучено.

- *Синтетичність* картографічної моделі забезпечує цілісне зображення явищ та процесів, які в реальних умовах відокремлені одні від одних.

- *Метричність* – це властивість картографічної моделі, яка забезпечена математичним законом проекції, точністю укладання та відтворення (видання) карти.

- *Однозначності* картографічного зображення. Однозначність має просторово-часову визначеність: однозначна взаємна відповідність точок на карті та на земній поверхні; однозначне зображення кожної точки на карті, що має

координати X та Y, відносно об'єкта; однозначність кожного елемента зображення - знака, що зафіксований у легенді.

- *Наочність карти* – це дуже важлива властивість картографічної моделі, пов'язана з намаганням передати образ явища шляхом візуалізації інформації про нього.

- *Наявність "словника"* – легенди карти є важливою властивістю картографічної моделі, словником для перекладу з природної мови або штучної (математичної) на мову карти.

Перелічені властивості картографічної моделі тісно пов'язані одна з одною. Для розуміння *місця та ролі карти в науковому пізнанні* важливо те, що *подібного комплексу властивостей не має жодна інша ідеальна чи матеріальна модель, яка використовується в науках про Землю.*

Поняття про картографічне моделювання, його види та принципи

Термін "картографічне моделювання" є тепер одним з фундаментальних в картографії. Його досить природне виникнення та введення в наукову термінологію пов'язане: *по-перше*, з формуванням понять загальної *теорії систем* та становленням теоретичних основ загального методу моделювання як методу вивчення складних систем реальної дійсності; *по-друге*, з розвитком у межах картографії такого теоретичного розділу, як використання карт для дослідження складних об'єктів, осмислення методологічних основ картографії (теорії мови карт, картографічного методу пізнання). Використання загальнонаукових принципів моделювання дозволило ввести карту до широкого класу моделей, розширити, доповнити та скорегувати картографічні методи.

Під картографічним моделюванням слід розуміти створення, аналіз та перетворення карт (або їх систем) як моделей об'єктів, явищ і процесів із метою отримання систематизованих та нових знань про реальний світ.

Розгляд загальних принципів моделювання й можливостей карт як моделей дає змогу визначити специфічні *принципи картографічного моделювання*. Свого часу К. О. Саліщев визначив *три основні принципи*:

- *математичної формалізації* забезпечує перехід від сферичної поверхні земної кулі до площини шляхом особливих картографічних проекцій;
- *картографічної символізації* – базується на використанні систем умовних знаків;
- *картографічної генералізації* – знаходить застосування у відборі головного, суттєвого та його цілеспрямованого узагальнення відповідно до призначення, тематики й масштабу карти.

Сучасне картографічне моделювання є досить розгалуженою системою пов'язаних між собою видів моделювання. Вони добре описані в основних працях О. М. Берлянта, О. О. Лютого, С. М. Сербенюка та ін.

Теоретико-картографічне моделювання – це вид подання теоретичних уявлень про об'єкт за допомогою картоїдів – тобто ідеальних абстрагованих картографічних зображень, або вид формування теоретичних узагальнень знань про об'єкт на основі карт. За допомогою побудови картоїдів можна змоделювати ще не існуючі об'єкти чи явища, відповідно до мети дослідження надати зображенню належний рівень складності, проекспериментувати, яким чином мають функціонувати об'єкти в системі, зображеній на даному картоїді. *Картоїди*, які мають виконувати таке завдання моделювання, як конструювання реальних об'єктів, *використовуються в районних планівках*.

Б. Б. Родоманом (1977) для цієї мети створено теоретико-картографічні моделі "поляризованого ландшафту". Функціональні зони та шляхи сполучення по-різному відображені на картоїдах щодо однорідної рівнини всередині континенту та щодо узбережних районів. Такий тип моделювання можна застосувати й для того, щоб апробувати систему картографічних позначень, яка має застосуватися на конкретній карті. В такому випадку *картоїд* відіграє роль експериментального засобу.

Експериментально-картографічне моделювання – це вид протилежного напрямку пошуку, а саме індукційно-конкретизованого. В ньому йдеться не про експериментальну діяльність картографа-укладача карти, а про експериментальне дослідження об'єкта, який моделюють в лабораторних умовах (наприклад, руслові процеси моделюють в лотку з водою та піском), або на спеціальних географічних стаціонарах (такий є на Київщині) чи геодинамічних полігонах у Карпатах та Криму, або на маршрутних обстеженнях, які проводять для відбору проб ґрунту, води тощо для хімічних аналізів. Якщо експериментально-картографічне моделювання розглядати як шлях накопичення даних не тільки лабораторних, а й польових досліджень, то він становитиме основу **моніторингового картографування**, на даних якого базуються подальші види картографічного моделювання, які перетворюють початкову моніторингову інформацію.

Як зазначають В. Т. Жуков (1979), О. М. Берлянт (1985) та інші **математико-картографічне моделювання** використовує властивості математичних та картографічних моделей у процесі аналізу-синтезу складної просторово-часової інформації. *Картографічна компонента* продовжує та розвиває математичну модель. Вона *перетворює вихідну (початкову) інформацію відповідно до мети та завдань дослідження*. Картографічне подання математичних розрахунків дає змогу візуалізувати їх результати у вигляді, оптимальному для дослідження, позбавляє від помилок і прорахунків, дає уявлення про точність математичного моделювання та його географічну вірогідність.

Сполучення (поєднання, об'єднання) **аерокосмічного та картографічного моделювання** – це ще одна сфера моделювання, яка формується в процесі розвитку методів фотографічної та фотоелектронної реєстрації відбитого та власного електромагнітного випромінювання об'єктів у різних діапазонах. Уже тепер відомо значну кількість аерокосмічних моделей, яким притаманні різні можливості їх використання. Чорно-білі, кольорові та спектрональні фотознімки, телевізійні, радіолокаційні, теплові інфрачервоні та інші знімки або сканерні зображення забезпечують можливість їх

комбінування та трансформування, тобто одержання багатьох похідних моделей, таких, наприклад, як синтезовані або розчленовані зображення, цифрові моделі тощо. Використання аерокосмічних моделей було б обмеженим, якби не відбувалося дешифрування знімків, тобто те первинне картографічне їх перетворення, яке необхідне для сприйняття та розуміння сфотографованих об'єктів.

Доцільно виокремити **передкартографічний** вид моделювання. Цей вид картографічного моделювання має бути більш глибоко впроваджений у геоінформаційне моделювання, першочерговим завданням якого є *створення інформаційної бази* для картографічного моделювання.

Картографо-географічне імітаційне моделювання (О. О.Лютий, 1988) (геоімітації) – цей вид моделювання є теоретичним за формою методом дослідження, акцентований на просторово-структурному аспекті вивчення явищ за допомогою карт.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Коли і ким в картографію введено поняття карти як моделі? Доведіть доцільність такого розуміння карти.
2. Розкрийте зміст загального поняття «моделі» та сутність процесу моделювання.
3. Охарактеризуйте види моделювання та їх значення в картографічному моделюванні.
4. Назвіть основні принципи картографічного моделювання.
5. Поясніть загальний принцип логіки з позиції картографічного моделювання.
6. Поясніть зміст принципів дедукції та індукції в картографічному моделюванні.
7. Розкрийте зміст поняття «картографічний метод дослідження». Наведіть приклади.
8. Охарактеризуйте властивості картографічних моделей.
9. Дайте визначення поняття «картографічне моделювання» та поясніть три основні принципи картографічного моделювання за К.О. Саліщевим.
10. Назвіть та поясніть зміст основних видів картографічного моделювання.

2. ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ КАРТОГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Загальні поняття об'єкта картографічного моделювання та основні напрямки його досліджень.

Природні ресурси як об'єкт картографічного моделювання.

Соціально-економічні ресурси як об'єкт картографічного моделювання.

Предмет картографічного моделювання.

Загальне поняття об'єкта картографічного моделювання та основні напрями його досліджень

Науку загалом, можна подати у вигляді складної системи, яка складається з таких основних компонентів: суб'єкт, об'єкт, предмет, мета, підхід, засоби, результат. Ці компоненти взаємопов'язані і взаємообумовлені, тому їх аналіз потребує постійного обліку всього комплексу.

Загальна теорія картографії - вчення про предмет, метод і об'єкти дослідження – дає міцну базу для розвитку окремих теорій картографічної науки, серед яких швидко розвивається теорія картографічного моделювання, мови карт, картографічної генералізації і системної організації змісту карт.

Об'єктом дослідження географії і географічної картографії служить географічна оболонка Землі (біосфера). Саме її слід вважати глобальною географічною системою, яка об'єднує всі ієрархічні системи компонентів природи і суспільства. Біосфера є субстратом людського суспільства, системою забезпечення його життєдіяльності. Тому, в наш час, **системне** картографічне вивчення стану природи, народонаселення, природних ресурсів, економіки, тощо стає першочерговим завданням.

А. Гумбольдт відзначав, що географія вивчає "множину в єдності". Саме географія має у своєму розпорядженні унікальний **інтегративний метод**, який усебічно глибоко дозволяє досягти мети дослідження. Цим методом є власне метод **картографічного моделювання**.

Картографія, за об'єктом дослідження є природничо-наукова дисципліна, а за методом – абстрактно-математизована. Картографічна модель відображає реальні просторово-часові відношення об'єктивного світу.

Практично-цільова сторона картографічної науки містить не тільки об'єктивний, але й суб'єктивний момент, бо мета, яка поставлена людиною, впливає з її потреб. Тому :

Об'єктом картографічного моделювання – є та частина об'єктивної реальності, що пізнається методом картографічного моделювання, це ті об'єктивні матеріальні явища, які дослідник уявляє собі як сукупність незалежних від його свідомості явищ, які в певний час та за певних умов (потреб, розв'язання проблем, прогнозування наслідків тощо) підлягають вивченню.

На картах відображаються:

- різні утворення (об'єкти, їх групи, поєднання, таксони);
- процеси (рух, розвиток, функціонування, розповсюдження);
- властивості й відношення (розміщення, щільність, вплив, взаємодія, зв'язки, ієрархія, суміжність, залежність, відповідність, відстань, тяжіння, сумісність, пропорційність).

Картографічна модель відтворює сутність об'єкта, його якісну, кількісну та структурну визначеність. Моделювання, відповідно, включає ряд взаємопов'язаних етапів:

- а) постановка завдання;

- б) збір і обробка необхідної інформації,
- в) розробка і створення моделі;
- г) наукове вивчення й аналіз моделі як джерела нової інформації;
- д) екстраполяція одержаних даних із моделі на об'єкт пізнання.

Екстраполяція (від латинського – extra – понад, rollo – виправляю, змінюю) – розповсюдження знань про якусь частину об'єкта, явища на інші його частини або на сукупність об'єктів загалом, поширення знань про минулі події на майбутні. Екстраполяція є різновидом індукції.

При екстраполяції широко використовуються певні абстракції, здійснюється ідеалізація знань, а також обов'язково піддаються аналізу позитивні й негативні сторони застосовуваного виду моделювання. Модель може бути схожа, подібна, але не тотожна об'єкту, що вивчається. У будь-якому географічному дослідженні модель виконує лише опосередковані функції, якими її наділяє суб'єкт, і заміщає певний об'єкт пізнання. Після завершення вивчення об'єкта пізнання формалізовані нові знання про нього в формі моделей того або іншого виду набувають цінного наукового потенціалу. Вони завжди можуть бути використані як носії нової інформації.

Суб'єктом дослідження є окремий картограф-дослідник або цілий колектив. Суб'єкт (картограф), створюючи карту, усвідомлює (розуміє), як це може бути зроблено. Керуючись принципами побудови знакових систем (нормативами мови карти), картограф звертається до об'єкта або матеріалу, одержує відповідну інформацію, перетворює і відображає її у формі карти.

Поняття "об'єкт моделювання" діалектично пов'язане з поняттям "предмет моделювання". Об'єкт вивчення не залежить від суб'єкта, а от предмет визначається суб'єктом, який проводить дослідження.

Предмет картографічного моделювання визначається сукупністю об'єкта моделювання, методів і способів моделювання, а також мети дослідження, встановленої суб'єктом. *Мета дослідження* – це передбачуваний результат наукового процесу моделювання та його відношення або до суспільної практики, або до розвитку самої науки. *Максимальним об'єктом дослідження* географічної картографії (та й географії загалом) вважається географічна оболонка Землі.

Поверхня нашої планети є складною багат шаровою оболонкою, яка складається з трьох основних "сфер":

- *літосфери* (земної кори);
- *гідросфери* (водної оболонки);
- *атмосфери* (повітряної оболонки).

У сукупності ці три абіотичні оболонки складають **некросферу**.

В особливу "сферу" виділена біосфера. Саме в цьому просторі розвивається розумне життя – людина, людське суспільство. Ця п'ята сфера отримала назву соціосфера. Але в сукупності всі названі вище "сфери" утворюють нині так звану ландшафтну оболонку Землі.

Географічна картографія – (земна картографія) включає географічну й геологічну картографію. При внутрішньому поділі географічної картографії спочатку розрізняють топографічну картографію, що займається картографуванням земної поверхні, і тематичну – великий зведений розділ, який включає все різноманіття галузевих картографічних напрямків, присвячених вивченню конкретних природних і соціально-економічних явищ, і таких що формуються відповідно до їх об'єктів. Це, зокрема, – геологічна, геоморфологічна, ґрунтів, геоботанічна, ландшафтна і т. д., або економічна, населення, медико-географічна і багато інших. Особливий розділ географічної картографії утворюють її підрозділи, присвячені різним видам спеціальних карт – морським, навігаційним, шкільним і т.д. Розробка й застосування галузевих тематичних карт потребує також знання відповідних наук.

Об'єктом дослідження географічної картографії є **геосистеми** різного ієрархічного рівня та їх компоненти.

«Геосистема» – це сукупність об'єктів, що знаходяться в певних взаємовідношеннях та зв'язках між собою і утворюють в результаті таких зв'язків певну цілісність (єдність).

Геосистеми – це цілісні утворення, які мають *власні якості*, які не виводяться із суми якостей елементів, що складають дану геосистему, а є наслідком взаємодії компонентів геосистеми. При галузевому (тематичному) картографуванні увага картографа зосереджується на певному елементі геосистеми як такому.

Більшість дослідників сприймають географічну оболонку Землі як велику динамічну систему зі складною структурою, яка містить у собі ієрархію більш дрібних систем різного рангу, кожна з яких є системою відносно інших підсистем. Заповнюючи географічний простір, вони утворюють множину підсистем, яка має ту загальну властивість, що вони кількісно та якісно нерівнозначні й розподілені у просторі нерівномірно. *Тому за основу будь-якого системного географічного дослідження береться модель геосистеми.*

У ході дослідження увага акцентується на виявленні структури геосистеми, тобто зв'язків між компонентами, що входять до неї. На основі якісної або кількісної оцінки цих зв'язків визначаються головні, специфічні – системоутворюючі зв'язки. Слідом за аналізом внутрішніх і зовнішніх зв'язків геосистеми з'ясовується її просторова структура, організація і функціонування, вивчаються процеси обміну речовиною й енергією в межах системи і між системами, динаміка та можливість управління системою.

Найбільш повний аналіз геосистеми в різних аспектах проводиться (чи може проводитись) *за допомогою атласів чи системи карт*. К.А. Саліщев підкреслював:

"Атлас – не просто сума географічних карт, не механічне їх об'єднання; він містить у собі систему карт, які органічно пов'язані між собою і доповнюють одна одну, систему, обумовлену призначенням атласу і особливостями його використання"

Саме цей момент лежить в основі *методології сучасного географічного дослідження*. Самі ж об'єкти дослідження подаються як географічні системи різного рангу. Геосистема складається з двох видів компонентів: субсистем та їх елементів.

***Елемент** – це географічний об'єкт, який не можна розчленувати в рамках даної системи;*

***Субсистема** – це така частина геосистеми, яку можна поділити на інші підсистеми або елементи.*

Поняття "компонент", "елемент" і "субсистема" можна вважати фундаментальними поняттями системного аналізу - першої стадії системного картографування, яка передуює власне картографічному моделюванню.

Будь-який географічний об'єкт може розглядатися як система, з одного боку, і як один з елементів деякої більш загальної системи – іншого. Відповідно існує **два напрями системного аналізу**:

1) "згори вниз", від цілісної геосистеми до її елементів, до її внутрішньої будови, організації; такий підхід націлений на аналіз структури геосистеми;

2) "знизу вгору", від елементів до загальних інтегративних властивостей системи як цілого – вивчення функцій геосистеми, інакше кажучи, вивчення об'єкта як одного з елементів деякої системи, що його охоплює.

Системи розрізняються складом і способами, якими елементи укладені в системі. Разом зі складом, структура системи становить її зміст.

***Структура системи** – це певний стійкий взаємозв'язок, взаємовідношення і взаєморозташування підсистем, які її складають. Структурі властива єдність змісту і форми, тому вона займає одне з центральних місць у сфері системних досліджень.*

Виділяють три взаємопов'язані стадії моделювання:

- моделювання структур;

- моделювання взаємозв'язків;
- моделювання динаміки (прогнозу) геосистем.

Необхідним принципом моделювання об'єкта є *абстрагування*, тобто виділення головного, суттєвого в об'єкті і відокремлення від побічних другорядних властивостей.

Будь-яка реальна система поліструктурна, тобто в кожному об'єкті під різними ракурсами може бути зафіксовано безліч найрізноманітніших структур, які взаємно переплітаються. Структура об'єкта сприймається не тільки диференційовано, по частинах, але й інтегративно. Тобто *системна концепція* передбачає *аналітичний і синтетичний* підхід до моделювання.

*У теорії систем **об'єктом** досліджень, як правило, є формальний взаємозв'язок між компонентами систем.*

Основними рушійними силами є обміни речовиною, енергією і інформацією за допомогою кругообігів: геохімічного, водного, енергетичного, біологічного. За характером зв'язків виділяються **три види структур**: ієрархічні, неієрархічні і змішані.

***Ієрархічність системи** – це властивість подільності її на відносно відособлені підсистеми різного рангу, які знаходяться між собою в підпорядкуванні.*

Компоненти геосистем і підсистем в атласах моделюються серіями аналітичних карт, які об'єднуються в тематичних розділах і підрозділах. Єдність розділу досягається шляхом підпорядкування й узгодження з ключовою картою розділу. Динаміка процесів, що відбуваються в геосистемах, передається серіями різночасових карт (карти кліматичних і гідрологічних показників для кожного місяця) або спеціальними картами динаміки (міграція населення), а можливі варіанти розвитку системи показують на прогнозних і оціночних картах, які містять елемент прогнозу.

Картографічні моделі немислимі без конкретного змісту і через нього вони завжди прив'язані до конкретного об'єкта. Комплексний атлас як *модель геосистеми* відтворює таку ієрархію об'єктів картографування:

- *перший рівень* – суспільно-територіальні, природничо-територіальні, виробничо-територіальні та соціально-територіальні комплекси;
- *другий* – їх компоненти (геокомпоненти природничі й соціально-економічні);
- *третій рівень* – їх елементи.

Отже, в атласі моделюються комплексні та компонентні територіальні утворення, що належать географічній і геологічній оболонці, їх структура, просторова організація, типологія, складові, властивості, функціонування, стани.

Картографування природи базується на ландшафтознавчому методі, відповідно до якого кожний природний компонент і його складові елементи розглядаються як частини природно-територіального комплексу. Цей метод забезпечує органічну єдність карт природи й детальне їх узгодження. Ландшафтний комплекс – універсальний інтегративний об'єкт у картографуванні природи.

Природні ресурси як об'єкт картографічного моделювання

Картографічне моделювання природи та природних ресурсів має певну історію розвитку. Які ж властивості кожного з компонентів природи є об'єктами картографічного моделювання? Як вони відображені в такій складній картографічній моделі, як атлас? Що розуміють під природними ресурсами?

Людство протягом свого становлення та розвитку пройшло складний шлях взаємовідносин із природою. В міру зростання потреб, щодо тих чи інших властивостей природи та її компонентів, змінювалося розуміння поняття «ресурс». Нині серед науковців під *природними ресурсами* прийнято розуміти сукупність об'єктів живої та неживої природи, компонентів

природного середовища які використовуються для задоволення матеріальних, культурних і духовних потреб сучасної людини чи суспільства загалом. Всі природні ресурси можна згрупувати за різними критеріями, зокрема: *за приналежністю до тих чи інших компонентів природи* (мінеральні, кліматичні, лісові, водні тощо); *за можливістю відтворення* (вичерпні поновлювальні чи не поновлювальні та невичерпні) і т.д. Наприклад до природних ресурсів слід віднести земельні ресурси, надра, води, атмосферне повітря, тваринний та рослинний світ тощо. Всі вони виступають своєрідними підсистемами загальної системи – «природа», мають відповідно свої властивості та систему компонентів (елементів, складових).

При моделюванні такої системи природи як *надра об'єктами* моделювання виступають такі їх властивості: геологічний вік горизонтів порід, вік кори вивітрювання, тектонічна будова, сучасні тектонічні процеси, швидкість вертикальних рухів, зміни розподілу суші та моря, наприклад, з карбону до неогену, антропогеновий покрив, магнетизм, геотерміка й сейсмічність тощо. Створення різноманітних класифікаційних моделей надр як об'єкта картографічного моделювання є шляхом до пізнання внутрішніх зв'язків надр (у широкому розумінні) та як одного з компонентів природи з елементами системи *суспільство – природа*.

В атласах природа відображається також із ресурсознавчих позицій. Багатство надр, різноманітність мінеральних ресурсів (горючі, металічні й неметалічні корисні копалини: магматичні й метаморфічні породи, глини й суглинки, соленосні, осадові, уламкові та карбонатні породи) та напрями господарського їх використання – це *певні підсистеми в системі «суспільство-природа»*, які є ланками зв'язку такого компоненту природи, як *надра з підсистемами суспільства*.

Об'єктом вивчення гідрогеології є вміст води в різних геологічних горизонтах – *фактично водонесні горизонти, властивості вод*, за якими можна оцінити можливість їх використання. *Роль суб'єкта* – дослідника зростає тому що, моделюючи об'єкт, він має, перш за все, оцінити, які властивості об'єкта мають значення для певних потреб суспільства. Наприклад – для цілей будівництва, видобування корисних

копалин, використання лікувальних властивостей деяких гірських порід, мінеральних підземних вод чи навпаки захист від екологічно небезпечних для людини контактів з породами, які містять токсичні речовини, тощо.

Об'єктом палеогеографічних досліджень є зв'язки між літологією гірських порід та фізико-географічними умовами їх утворення чи перетворення в певний проміжок часу. Відповідно літологічний склад порід є об'єктом палеогеографічного моделювання за допомогою системи карт, черговість яких відповідає геохронології території. Картографічному моделюванню в палеогеографії підлягають такі системи об'єктів: море (мілке, глибоке), суша (понижена, відносно підвищена, гори низькі, середньо-високі, високі); на суші виділяють ще річкові долини різного генезису, льодовики (материкові та гірські), утворені ними різні реліктові форми рельєфу тощо. Серед методів палеогеографічних досліджень значне місце посідає *індикаційний метод*: вміст у геологічних породах решток тих чи представників флори чи фауни, умови існування яких добре відомі науці, мають підтвердити існування в той чи інший геологічний час моря чи суші на певних площах території (прикладом такого моделювання можуть бути карти, створені за результатами наукових досліджень М.О. Куниці) Отже, в комплексному палеогеографічному картографуванні моделюванню підлягають три класи об'єктів: умови, склад порід, палеонтологічні знахідки для кожного з проміжків часу історичного формування території. Тому для *компонентних палеогеографічних моделей* (систем карт) обов'язковою умовою є відповідність кожної карти певним проміжкам часу, які визначаються геохронологічними (стратиграфічними) схемами. Ці схеми побудовані на базі конкретних досліджень нашарувань порід в певних пунктах спостережень (відслонення чи шліхи, що вийнято зі свердловин).

Здавна найпростіші **форми рельєфу** (додатні – гори, височини, горби тощо, від'ємні – улоговини, долини, яри або рівнини) були **об'єктом картографічного моделювання** тому що служили орієнтиром при освоєнні земель та переміщеннях людей з різною метою.

Рельєф – це сукупність різних за формою, величиною і походженням нерівностей земної поверхні.

Фізичною картографічною моделлю рельєфу можна вважати як карту на площині, так і рельєфну карту, на якій пониженням рельєфу відповідають увігнутості поверхні моделі (а не лише зелений колір), а височинам чи горам (від світло-коричневого до темно-коричневого кольору) – її опуклості. Тобто рельєфна карта є більш *ізоморфічною* моделлю, ніж карта на площині, хоча об'єкт той самий – рельєф. *Параметри рельєфу є об'єктом морфометричних досліджень*, які дають можливість порівнювати елементи рельєфу один з одним. Кількісні характеристики рельєфу виражаються в одиницях міри довжини, площі, об'єму та інших показниках, що визначають їх співвідношення. *Метою морфометричного моделювання* є встановлення взаємозалежності розташувань ділянок з однаковими показниками рельєфу. Мета досягається за рахунок обчислень, що виконуються на основі топографічних карт, на яких подано гіпсометричну модель рельєфу.

Результати розрахунків становлять *інформаційну основу* для побудови таких морфометричних моделей рельєфу, як густота та глибина його розчленування. Особливістю цього виду картографічного моделювання є перетворення вихідної картографічної моделі (топографічної карти) в іншу форму для висвітлення властивостей чи характеристик рельєфу, які неможливо встановити іншим шляхом.

Оскільки рельєф є об'єктом дослідження і географії, і геології, то їх аспекти можуть поєднуватися у створенні карт, на яких змодельовано поверхні вирівнювання. Геологією забезпечуються дані про вік кожного типу поверхні, а *геоморфологією* – генетичний тип поверхні (денудаційні, акумулятивні тощо).

Геоморфологія -- це наука про рельєф земної поверхні, його походження, історію розвитку, географічне поширення та господарське використання.

Ці аспекти складають певні напрямки картографічного моделювання, проте найбільш відоме інтегральне. В класифікаціях основних форм земної поверхні, які є словесно-логічними моделями рельєфу, інтегровано походження поверхні території: акумулятивні рівнини та денудаційні чи структурно-денудаційні; денудаційно-тектонічні гори. Диференціація цих класів об'єктів включає означення наслідків дії ендегенних (внутрішніх) та екзогенних (зовнішніх) сил і процесів. Серед акумулятивних рівнин є такі, що виникли внаслідок дії річкової акумуляції – алювіальні (заплавні та надзаплавні різного віку тераси), льодовикові та водно-льодовикові рівнини; лесові, морські та лиманно-морські, акумулятивно-денудаційні. Різні за походженням рівнини можуть відзначатися певними формами поверхні (плоскі, хвилясті, полого-хвилясті, горбисті та інші), мати своєрідну морфоскульптуру, тобто скульптурні (вироблені) форми, які утворилися в результаті винесення матеріалу з гір і височин текучими водами, льодовиками, вітром та іншими зовнішніми силами.

Оскільки *геоморфологічні моделі мають відображати географічні особливості рельєфу у їх зв'язку з геологічною будовою території*, то **об'єктом моделювання** при їх створенні *додатково до розглянутих вище є структурно-геологічні характеристики морфогенетичних типів* рельєфу (за віком, характером складчастості, тощо).

Слід зазначити, що складна інтеграція узагальнених геоморфологією даних про рельєф як об'єкт картографічного моделювання, складає певний макро- чи мезозріз моделі – **комплексної карти морфології рельєфу** (попередня назва – геоморфологічна карта).

Якщо проаналізувати напрямки картографічного моделювання рельєфу, то стає зрозумілою **система моделей**, які мають відобразити об'єкт:

1. *вихідний (початковий) рівень* – **топографічна модель**, її похідні (морфометричні), які деталізують найголовнішу рису об'єкта – різницю висот;
2. *наступний рівень* у геоморфологічних моделей визначається системною сутністю об'єкта, просторовими та часовими зв'язками його різних за генезисом елементів;

3. *районування* як одна з форм картографічного моделювання має на меті встановлення меж ділянок території, які відзначаються подібністю структури, походження та іншими показниками (характеристиками) даного об'єкта.

Грунти також є *об'єктом картографічного моделювання*, зв'язок якого з попередніми компонентами природи, рельєфом та надрами не тільки просторовий, а й генетичний. На певних породах, у певних біо- та гідрокліматичних умовах сформувалися певні ґрунти. Тому *ґрунтоутворюючі породи*, їх наукова класифікація мають першочергове значення для побудови *типологічної моделі* ґрунтів певної території.

Оскільки на однакових підстелаючих породах можуть утворитися різні за типом ґрунти (тип визначається комплексом властивостей, кількісними та якісними їх параметрами – тобто сутністю даного об'єкта), то має значення механічний склад ґрунтів. Проте *головним чинником*, що визначив формування ґрунтів різних типів, є *широтна зональність*. Типологічну модель ґрунтів дослідник має будувати з урахуванням цього фактору. Дослідженням ґрунтів України В. В. Докучаєвим підтверджено цей факт. У картографічному моделюванні ґрунтів відповідне місце також займає *агроґрунтове районування*, метою якого є виділення ділянок території певного таксономічного рангу (країни, зони, підзони, провінції, райони), які відзначаються близькими умовами сільськогосподарського використання ґрунтів.

Соціально-економічні ресурси як об'єкт картографічного моделювання

Об'єкти соціально-економічного картографування охоплюють усі компоненти і елементи виробничих і соціально-територіальних комплексів. Основними **соціально-економічними об'єктами** картографування виступають *населення, господарство, транспорт* та ін. До **соціально-економічних ресурсів** слід віднести складові господарського комплексу, населення, інфраструктуру регіону тощо, тобто

створені людиною матеріальні блага та засоби виробництва цих благ, які забезпечують функціонування господарського комплексу та умови проживання людей.

Картографуються економічні об'єкти, економічні відносини (включаючи економічні закономірності), економічні процеси і стани; моделюються системи управління економікою, функціонування економічних систем і форми організації виробництва.

До економічних об'єктів картографування (ланок, господарських одиниць) належать: підприємство, комбінат, різні господарські об'єднання (фірми, виробничі, науково-виробничі, промислові, міжгосподарські), галузь, господарство загалом.

Складним **об'єктом системного економічного картографування** в атласі є господарський комплекс і його складові. Картографуванню підлягають:

- сфери, галузі, підгалузі і види діяльності як елементи галузевої структури господарського комплексу;
- міжгалузеві комплекси як елементи функціональної структури господарського комплексу;
- органи й ланки управління як елементи організаційно-управлінської структури;
- різні види ресурсів, продукції, яка виготовляється, і послуг;
- умови і фактори функціонування.

При картографічному моделюванні галузевої структури господарського комплексу відображається склад і кількісне співвідношення між галузями, виробництвами й видами діяльності, що інтегруються в господарському комплексі.

При цьому показується розподіл продукції, матеріальних і трудових ресурсів за сферами, внесок окремих сфер у валовий внутрішній продукт.

Господарський комплекс складається з галузей виробничої і невиробничої сфери. До галузей виробничої сфери відносять такі галузі: чорна металургія, вугільна промисловість,

машинобудування (важке, тракторне, сільськогосподарське, транспортне), приладобудування, хімічна і харчова промисловість (цукрова, борошномельна, консервна, олійно-жирова) та ін. При картографічному відображенні сільського господарства характеризується виробництво зернових культур (озимої пшениці, кукурудзи), цукрових буряків, соняшнику, овочів, фруктів, продукції тваринництва (молока і м'яса, яєць та тощо). До об'єктів картографування виробничої сфери належить також лісове господарство. При картографуванні господарського комплексу особливе місце займає проблема відображення складу і функцій *виробничої інфраструктури*.

Виробнича інфраструктура – це сукупність елементів продуктивних сил (галузей, виробництв, видів діяльності), що надають цілісний характер комплексу і його сферам.

При моделюванні галузевої структури й відтворенні ролі виробничої інфраструктури слід використовувати дві групи характеристик: поелементні оцінки та інтегральні показники, які відображають накопичений інфраструктурний потенціал території.

До *невиробничої сфери належать такі галузі*: торгівля і громадське харчування; матеріально-технічне постачання і збут; заготівля; житлово-комунальне господарство; невиробничі види побутового обслуговування населення; інші галузі господарства (охорона здоров'я, освіта, культура, мистецтво, наука і наукове обслуговування). Новим напрямом картографічного моделювання невиробничої сфери є картографування туристсько-рекреаційної діяльності.

Важливим **об'єктом картографічного дослідження** є функціональна структура господарського комплексу, яка відтворюється серією карт міжгалузевих виробничо-територіальних комплексів: промислового, будівельного, агропромислового, лісопромислового.

До складу кожного з них входять комплекси нижчого рангу:

- до *промислового* – паливно-енергетичний, металургійний, комплекс хімічних і нафтохімічних виробництв, машинобудівний, комплекс виробництв промислових товарів народного споживання;
- до *агропромислового* – зерно-промисловий, цукробуряковий, плодо-овочеконсервний, олійно-жировий, виноградарсько-виноробний, картопле-крохмале-спиртовий, льонопромисловий, ефірно-олійний, м'ясопромисловий, молочнопромисловий, птахопромисловий.

Функціональна структура господарського комплексу на картах міжгалузевих комплексів представляється як сукупність енерговиробничих циклів у межах територіальних одиниць різного рангу і охоплює всі групи взаємозв'язаних виробництв, що входять до них.

Головне місце у відображенні функціональної структури займає *картографування виробничих зв'язків*, які зумовлюють просторову структуру і склад виробничо-територіальних об'єднань.

Найбільш доцільною вважається така послідовність і напрям картографування зв'язків:

- по сировині, побічній і кінцевій продукції;
- по забезпеченню засобами виробництва;
- по поставках і використанню найважливіших видів ресурсів: палива, електроенергії, лісу й лісоматеріалів, продуктів загальної хімії, будівельних матеріалів;
- по використанню виробничої інфраструктури.

Основні показники зв'язків для їх характеристик на картах:

- напрям;
- об'єм потоків;
- їх функціональне значення;
- територіальне охоплення.

Важливим *об'єктом* досліджень є також *територіальна структура* господарства.

Територіальна структура господарства – це сукупність його територіальних елементів, які

знаходяться в складній взаємодії в процесі розвитку і функціонування.

У територіальній структурі господарського комплексу виділяють чотири типи елементів:

- точкові (промислові пункти й центри);
- вузлові (промислові вузли й агломерації);
- ареальні (спеціалізовані райони та зони);
- регіональні, які охоплюють усі об'єкти певної території (господарський комплекс області, господарство адміністративного району).

Територіальна структура господарського комплексу відтворює його внутрішню територіальну будову. Особливого значення при цьому набуває дослідження концентрації в усіх сферах господарства як параметра територіальної структури, її якісна і кількісна характеристика.

З економічної точки зору при картографуванні територіальної структури важливі також такі показники: потужність об'єкта, характер його організації, зовнішні економічні зв'язки.

Підприємство – первинна ланка суспільного поділу праці й основна одиниця географічного спостереження в географії галузей господарства. Основними *функціональними* характеристиками підприємства для картографування є його *виробнича спеціалізація*, яка визначає його вихідну інформацію, вихідні зв'язки, економічну активність. Найбільш суттєвими класифікаційними ознаками для картографування є параметри, що визначають розмір підприємства (чисельність зайнятих, обсяг продукції, розмір основних фондів) або окремі економічні показники (продуктивність і фондоозброєність праці, фондовіддача).

Економічні об'єкти і процеси набагато динамічніші ніж природні об'єкти і явища. Соціально-економічним геосистемам притаманні ознаки відносно швидкого розвитку з переходом із одного стану в інший. Соціально-економічна діяльність людей розвивається швидкими темпами й часто спричиняє прискорення природних процесів, викликає зміну природних

ландшафтів. Звідси бере початок *проблема охорони природи*, яка складає *особливий предмет картографічного моделювання*.

Динамічність соціально-економічних явищ – причина існування *двох видів економічних карт*: фундаментальних і оперативних. Фундаментальна карта відображає найбільш стійкі економічні об'єкти й відношення. Оперативні карти представляють вибіркові характеристики окремих об'єктів за деякими найбільш динамічними ознаками.

Предмет картографічного моделювання

Наявність у певної науки свого *предмета дослідження* дозволяє їй розвиватися автономно, будувати свою теорію із середини, робить її стійкою системою, яка розвивається сама по собі й має можливість виробляти та нагромаджувати знання щодо об'єкта дослідження.

Сучасна картографія існує як виробництво, наука і метод дослідження. Виробництво виготовляє, наука вивчає, а метод використовує карти. Це викликає ряд методологічних проблем, пов'язаних із визначенням предмета картографії і її місця серед інших наук.

Сутність предмета картографічного моделювання полягає в тому, що термін "*картографічне моделювання*" вживається у *двох значеннях*:

- по-перше для означення процесу створення карт як моделей дійсності;
- по-друге для посилання на спосіб дослідження за допомогою картографічних моделей.

У першому випадку під *картографічним моделюванням* розуміється *розробка, аналіз і перетворення картографічних творів як моделей, об'єктів і процесів з метою їх використання і набуття нових знань щодо цих об'єктів і процесів*.

В такому формулюванні поняття «картографічне моделювання» співзвучне поняттю «*картографічний метод пізнання*». Останній включає два тісно поєднаних між собою методи:

1) картографічний метод відображення дійсності, мета якого полягає в переході від реальної дійсності за допомогою створення картографічних моделей;

2) картографічний метод дослідження, який використовує карти для пізнання дійсності.

Уявлення, що склалося про карту як наукову модель і про картографування як специфічну форму наукового моделювання, фактично означає, що реально сформувалася деяка система способів роботи з картою, способів наукового дослідження, яка знайшла відображення в модельно-пізнавальній концепції. В рамках цієї концепції активно розвивалися нові напрямки наукових досліджень: синтетичне картографування, системне картографування, картографічний метод дослідження, математико-картографічне моделювання та інші. Сама карта є одночасно і продуктом творчої діяльності, й інструментом пізнання.

Найбільш глибоке філософсько-теоретичне дослідження предмета картографічного моделювання і карти як моделі провів свого часу О. Ф. Асланікашвілі (1968, 1974). Він перший сформулював загальні і особливі ознаки картографічного моделювання, його *гносеологічну* специфіку і функції, зробив істотний внесок у розробку формалізованої мови карти.

Гносеологія (від грец. γνῶσις- знання і λόγος- вчення, наука) – *теорія пізнання, розділ філософії*.

Термін «гносеологія» був уведений і активно застосовувався у німецькій філософії XVIII ст. Гносеологія як розділ філософії вивчає проблеми природи пізнання і його можливостей, відношення знання до реальності, досліджуються загальні передумови пізнання, виявляються умови його достовірності та істинності. Гносеологія як філософська дисципліна аналізує не індивідуальні механізми, які діють у психіці, що дозволяють тому або іншому суб'єктові дійти певного пізнавального результату, а загальні підстави, які дають можливість розглядати цей результат як знання, що виражає реальний, дійсний стан речей. Два основні напрями в теорії пізнання – матеріалізм та ідеалізм.

О. Ф. Асланікашвілі визначив моделювання як опосередкований метод наукового пізнання, за допомогою якого здобувають нове знання про предмет пізнання через дослідження іншого предмета, який знаходиться з предметом пізнання у відношенні подібності. На основі цього він запропонував концепцію **метакартографії**. Фундамент концепції метакартографії складають по-новому осмислені й визначені такі категорії:

- *об'єкт пізнання картографії* – об'єктивно існуючий порядок взаємного розміщення (конкретний простір) предметів і явищ, природничих і суспільних, а також часову зміну цього порядку (конкретного простору); картографія виявляє і картографічно "висловлює" просторові структури й закономірності складних просторових систем взаємодіючих предметів і явищ в їх динаміці, але не з'ясовує їх (це справа інших наук);
- *метод пізнання* – картографічне моделювання конкретного простору явищ природи і суспільства, яке містить у собі систему специфічно картографічних форм логічних прийомів пізнання – порівняння, аналізу і синтезу, абстрагування та узагальнення;
- *Об'єктна мова науки* – мова карти, що матеріалізує картографічні форми логічних прийомів, які беруть участь в моделюванні.

О. Ф. Асланікашвілі перший дав пряме визначення *предмета* картографічного моделювання:

Предметом картографічного моделювання – є *"конкретний простір предметів і явищ об'єктивної дійсності і його часова зміна"*.

Відповідно до цього карта визначається як "знаково-просторово-подібна модель" (ідеально-матеріальна). В цьому лаконічному визначенні предмета картографічного моделювання відображається *найсуттєвіша особливість географічних карт* – передача ними просторових характеристик об'єктів, їх положення, форм, протяжності і відношення. Карта як результат

пізнавального відображення конкретного простору об'єктів дійсності є суб'єктивною картиною об'єктивного світу, "мовним вираженням дійсності".

Мова карти визначається як *специфічна знакова система, засіб відображення в карті знання, «основна форма картографічного викладу»*.

Отже, картографічна модель, будучи знанням, є також засобом одержання нового знання про оригінал – об'єктивну реальність. Картографічна модель має складний зміст: *змодельований у ній предмет (простір) є формою існування певного матеріального змісту*, який картографічному моделюванню не піддається, але в картографічній моделі умовно відображається. Модель містить набагато більше знань, ніж міститься у фактичній інформації, яка покладена в основу її побудови. У суб'єкта, який пізнає, утворюється більш або менш адекватний первинний образ сприйняття, що й матеріалізується ним у моделі.

Предметом моделювання виступає завжди якась *одна сторона предмета дослідження, але аж ніяк не всі його сторони*.

Тому предмет дослідження і предмет картографування *одне й те ж, якщо цілі пізнання предмета викликають необхідність його картографування*.

Але (!) бути предметом картографування не означає бути предметом картографічного моделювання. Предмет картографування ніколи не є предметом тільки картографічного дослідження, *предмет картографічного моделювання (картографічного дослідження) – це конкретний простір предмета картографування*.

Карта – доти карта, доки вона щось відображає властивим їй способом.

Ця обставина ускладнює пошуки предмета картографічного моделювання. *Предмет картографічного*

модельовання утворює комплекс методологічних, теоретичних та методичних положень подання на картографічних моделях системно впорядкованої інформації про об'єкт картографічних досліджень.

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Розкрийте зміст поняття «об'єкт картографічного модельовання».
2. Розкрийте зміст поняття «об'єкт географічної картографії».
3. Назвіть та розкрийте основні етапи процесу модельовання.
4. Суб'єкт (дослідник) картографічного модельовання та його вплив на картографічну модель.
5. Поясніть зміст поняття «геосистема» як об'єкта картографічного модельовання.
6. Поясніть роль атласу як системи картографічних моделей у дослідженнях геосистем.
7. Розкрийте зміст картографічних моделей надр.
8. Розкрийте зміст об'єкта вивчення гідрогеології та роль суб'єкта картографічного модельовання гідрогеологічних особливостей території.
9. Картографічне модельовання в палеогеографії та його об'єкти.
10. Рельєф як об'єкт картографічного модельовання. Наведіть приклади показників, які характеризують рельєф зображеної території та способи їх зображення.
11. Ґрунти як об'єкт картографічного модельовання. Наведіть приклади показників, які характеризують Ґрунти зображеної території та способи їх зображення.
12. Охарактеризуйте об'єкти соціально-економічного картографування.
13. Розкрийте зміст об'єкта системного економічного картографування.
14. Охарактеризуйте особливості картографування виробничих зв'язків та основних їх напрямів.
15. Поясніть зміст територіальна структура господарства як об'єкта картографічного модельовання.
16. Розкрийте особливості предмета картографічного модельовання.

4. ЗАСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА МОВА КАРТИ.

*Картографічна знакова система як мовне утворення.
Картографічна синтактика, семантика, прагматика.*

Картографічна знакова система як мовне утворення

Зародження картографічних знаків тісно пов'язане з розвитком і становленням людини. Потреба *звукової передачі інформації*, тобто **мова** – як *перша форма* передачі інформації, виникла тоді, коли люди вчилися працювати спільно. Звукові сигнали стали засобом позначення предметів. Постійна потреба в пересуванні на місцевості виробила в людини способи закріплювати в пам'яті предмети та запам'ятовувати їх розташування на місцевості за допомогою певних відмінних предметів – каменів і різноманітних систем їх розташування, зламаних гілок тощо. Так чином у людини сформулювалася *друга форма* передачі інформації.

Якщо підійти до оцінки форми передачі інформації про місцевість із позиції картографічної термінології, то її можна розглядати як «перше схематичне картографічне зображення у вигляді моделі місцевості на самій місцевості в масштабі 1:1» (М. К. Бочаров), або *першу стадію* розвитку картографічного модельовання. Але така форма передачі інформації не могла довго зберігатися. Тому виникає потреба в більш стійкій та тривалішій формі – у вигляді схематичного зображення (а фактично нинішньою мовою – модельовання) на невеликих площадках у зменшеному вигляді. Зменшена модель місцевості на самій місцевості є, очевидно, першим (початковим) видом картографічного зображення в історії людства. Така модель уже зберігає **основу властивість картографічної форми передачі інформації** – зорво прийнятну форму передачі інформації про взаємне розміщення об'єктів місцевості у зменшеному вигляді, що відповідає *другій стадії* розвитку картографічного модельовання. Таким чином, натуральна місцевість уперше замінюється зменшеною моделлю.

Говорити про *третю стадію* розвитку картографічного моделювання можна з того моменту, коли людина взяла в руки гілочку й нанесла на місцевості (грунті, піску, глині тощо) лінії чи ін. знаки, зображуючи в такий спосіб предмети та об'єкти, що знаходилися на місцевості. *Четверта стадія* – пов'язана з використанням таких матеріалів для зображення місцевості, які можна було б легко переносити, зручно зберігати чи передавати іншим людям. На цій стадії передачі інформації об'єкти, які зображались на картографічних моделях, не мали підписів. *П'ята стадія* проходила тривалий час разом із розвитком мови людини та розвитком письменності.

У певний час розвиток письмової та картографічної форми передачі інформації (за допомогою букв, ієрогліфів чи ін. знаків) поступово розділилися на окремі напрямки. Алфавітне письмо перетворилося на абсолютно нову форму передачі знань, рівноцінну звуковій мові. Цей час можемо віднести до *шостої стадії* розвитку картографічного моделювання. *Сьома стадія* розпочинається в момент відділення писемності та образотворчого мистецтва від картографічної форми передачі інформації.

Із цього моменту починає формуватися поняття про картографічне зображення.

Картографічне зображення – це самостійна форма передачі інформації про місцевість у зменшеному вигляді на будь-якій поверхні, з допомогою якої можна зорозово сприймати взаємне розміщення об'єктів (предметів), що відповідає їх взаємному розміщенню на поверхні Землі.

В картографічному зображенні прийнято розрізняти ***зміст і форму***.

Зміст картографічного зображення – це знання про предмети та явища природи чи суспільства.

Будь-яке картографічне зображення характеризується єдністю змісту та форми, тобто єдністю змісту інформації та

знаків, що її передають. Зміст інформації та знаки знаходяться між собою в певній взаємозалежності. *Головне і визначальне значення* має, звичайно, *зміст інформації*. Значні зміни в картографічному зображенні починаються тоді коли відбуваються зміни в змісті інформації, а це вже тягне за собою зміни форми передачі цієї інформації. Наприклад, поява попиту на передачу інформації про висоту та крутизну форм рельєфу викликала розробку способів та знаків для зображення цієї інформації через відмітки висот, штриховкою чи горизонталями.

Очевидно, що одну і ту ж інформацію можна передати на карті великою кількістю форм. З іншого боку, одна й та ж форма може передавати різну інформацію.

Враховуючи сучасний стан розвитку картографічної науки, особливо теорії інформації можемо ще раз узагальнити поняття про предмет картографії:

предметом картографії можна вважати картографічну форму передачі інформації.

Письмова форма передачі інформації має свою логіку і граматичні правила. М. К. Бочаров вважає логічним припустити, що й картографічна форма, також повинна мати свою логіку та свої правила подачі інформації про місцевість та інші предмети. Він наводить аналогічні приклади письмової та картографічної форми передачі інформації: «В письмовій формі виробилися орфографічні правила написання слів буквами алфавіту. Заради зручності, простоти і логічності в орфографії намагаються усунути різнобій в написанні однотипних слів шляхом використання збереження двох правил: однотипного написання морфологічних елементів слова – основ, префіксів, суфіксів, закінчень. Більш складні завдання виконує синтаксис цей розділ граматики вивчає правила і способи побудови словосполучень у реченнях, а також різні типи речень. Порушення синтактичних правил веде до часткового викривлення змісту інформації, що передається, або повної її втрати. Наприклад у письмовій формі

передається думка: «Розвиток науки неможливо зупинити». Зміст словосполучення очевидний. Спробуємо розмістити ті ж слова в іншому порядку: «Науки неможливо зупинити розвиток». Формально слова ті ж самі але зміст пропав. Відповідно недотримання правил словосполучення та логічних зв'язків призводить до ускладнень розуміння того, що написано. Аналогічно не дотримання правил поєднання умовних знаків та логічних зв'язків між ними в картографії призводить до викривлення змісту картографічної інформації, аж до повної його втрати».

***Карта – як модель** відображає не самі об'єкти (системи-оригінали), а уявлення про них (логічні їх моделі), що складаються внаслідок сприйняття і логічної переробки інформації.*

Кожне картографічне зображення неминуче пов'язане з передачею різних реальних і абстрактних понять та властивостей об'єктивного світу специфічними графічними засобами й знаками. Процес дослідження за допомогою карт забезпечується системою засобів картографічного моделювання.

Знак – матеріальний носій якісної та кількісної характеристики об'єктів.

За допомогою знаків здійснюється зв'язок з об'єктами, що їх позначають. Значення включає в себе і позначення об'єкта, і його характеристики. Пояснення змісту процесу картографічного моделювання з позицій семіотики має кінцевою метою обґрунтування сприйняття змісту карти, його сутності, значення.

***Зміст знака (зміст інформації що він передає)** – це його властивість представляти, фіксувати визначені сторони, риси, характеристики об'єкта картографічного моделювання.*

Картографічні знаки виступають при картографічному моделюванні як умовні замісники зображених об'єктів, явищ, процесів і відношень між ними. Вони неодмінно вказують просторове положення та вид об'єктів і характеризують деякі їх властивості.

Знак є графічним результатом абстракції, а змістове значення знаків одержує форму понять.

Різноманіття знаків можна групувати в системи.

***Знаковими системами** є множина знаків, які об'єднуються в групи за визначеними класифікаційними ознаками.*

Таким чином, картографічні знаки не функціонують незалежно один від одного, а утворюють систему, правила якої визначають закономірності їх побудови, осмислення (правила змісту або позначення) і вживання як засобів картографічного моделювання.

Картографічна знакова система являє собою формалізовану графічну мову картографічного моделювання й утворює одну з окремих наукових знакових систем.

*Сукупність (система) графічних знаків, їх елементів, а також принципи і моделі поєднань, комбінацій цих графічних знаків і елементів на картах утворюють **засоби картографічного моделювання.***

Відношення знаків до позначених об'єктів визначаються в легенді карти словами (словесними знаками вербальної мови). Отже, специфікою картографічної мови є використання знаків у поєднанні з природною мовою слів, якими можуть бути підписи різного характеру. Таким чином, картографічні знаки **вторинні** порівняно зі знаками природної мови. Тільки для небагатьох знаків семантичні відношення можуть вважатися традиційно встановленими, загально визнаними, зрозумілими читачу, без звертання до легенди. Таким, наприклад, є застосування синього

кольору для гідрографії на топографічних картах. Але, як правило, значення знаків (що визначають зв'язки між графічною формою знака й уявленням про об'єкт у нашій свідомості) потребують пояснення, яке може іноді набувати складної форми, наприклад, на синтетичних картах. *Тому легенда – атрибут будь-якої карти.* Вона не тільки показує застосовані на карті класифікації, але й за їх системної побудови відображає також підпорядкування знаків, їх комбінування для передачі взаємопов'язаних елементів або їх властивостей. Разом з тим на самій карті поєднання знаків, їх оточення і відношення, утворювані ними знакові структури можуть надавати їм нового змісту і більш глибокого змістового навантаження.

Картографічна синтактика, семантика, прагматика

Семіотика як наука про знакові системи містить у собі синтаксичні, семантичні і прагматичні аспекти. Урахування останніх дозволяє добиватися наочного, економного й легко читаного зображення.

Картографічна синтактика акцентує увагу на питаннях побудови знаків та їх композиціях, тобто на внутрішній структурі й на відношеннях входження різних знаків у карту.

В її завдання входять:

- побудова й систематизація картографічних знаків за їх конструктивними елементами і графічними засобами;
- вивчення поєднань графічних засобів в одному знакові;
- утворення знакових рядів і вивчення просторових комбінацій знаків, їх раціональної побудови.

Картографічна семантика вивчає змістове значення знаків, надає їх формальному вираженню елемент значущості.

Об'єкти і явища, процеси і відношення реальної дійсності характеризуються рядом ознак (параметрів), які вказують на їх положення, структуру, генезис, динаміку і т.д. Семантичні залежності знака й об'єкта полягають у тому, що в картографічному зображенні (знака або системи знаків) ці характерні параметри повинні знайти своє вираження.

О. О. Лютий (1988) визначає *три типи відношень* картографічного знака і об'єкта, які формувалися протягом різних етапів суспільно-історичної практики:

1. знак тотожний, або має пряму схожість з позначеним об'єктом;
2. знак подібний або символізує загальні властивості позначеного об'єкта;
3. зв'язок між знаком і об'єктом умовний.

Картографічна прагматика розглядає відношення знаків до людей – виконавців і споживачів карт.

Це означає, що прагматика вивчає обставини розробки й застосування знаків укладачами карт і умови сприйняття читачами карт їх змісту, закладеної в карту інформації. В рамках прагматики доцільно розглядати всі ті аспекти, які пов'язані з призначенням і орієнтацією карти на конкретних споживачів. Один і той же знак може використовуватися і сприйматися по-різному в залежності від настанов і підготовки адресата (на кого розрахована карта і для яких завдань і за яких умов буде використовуватися).

Проекції морських навігаційних карт – одні, топографічних – інші, шкільних учбових карт – ще інші. Карти однієї тематики й однакового масштабу для вузів, середніх або початкових шкіл розрізняються за докладністю змісту і оформленням. Карта може містити, з точки зору різних адресатів, різну кількість інформації. Кількість інформації залежить не тільки від того, що вклав у карту її автор, але й від здатності адресата до її сприйняття.

Отже, *прагматика* вивчає також проблеми кодування інформації карти та її сприйняття, питання підготовки

читача, а також питання дизайну, оформлення, аналізу й оцінки карт.

Географічний підхід у проектуванні системи знаків сприяє збагаченню інформативних властивостей знаків, підвищує їх комунікативні, модельні й пізнавальні якості. Впровадженій у практику створення карт системний принцип, який пронизує всі етапи проектування, укладання й генералізації картографічного зображення, проектування легенд і вживання знакових систем, враховує цілісне відображення змісту, стану, динаміки і функціонування геосистем різного ієрархічного рангу, зумовлює високий ступінь організації картографічних систем знаків.

Про те, що карта і картографія є своєрідною мовою географічних наук, відомо давно. "Другою мовою географії, ... невід'ємним і незмінним елементом географічного викладу" називав карту М. М. Баранський (1934). Пізніше мові карти присвячуються спеціальні роботи (Назаров, 1962; Бочаров, 1966; Асланікашвілі, 1967; Ізмайлова, 1976; Лютий, 1976, 1981; та ін.)

Мова карти висувається як основа концептуальних схем картографічної науки зараховується до однієї з об'єктивних мов географії (Харвей, 1974; Лютий, 1981; Асланікашвілі, 1981; Алаев, 1983), виділяється врешті окремим розділом в учбових посібниках (Ізмайлова, 1976). Спеціальні дослідження, присвячені методам і зображувальним засобам, а також питанням проектування знаків карт, були виконані М. М. Баранським ("Економічна картографія. Вип. 1. Методи картографування економічних явищ" (1939)), В. М. Назаровим ("Методи і зображувальні засоби в картографії" (1962)), М. К. Бочаровим ("Основи теорії проектування систем картографічних знаків" (1966)), Н.В. Ізмайловою ("Картографічна інформація і система картографічних знаків" (1976)) та ін.

М. К. Бочаров перший висунув концепцію і програму розробки "теорії картографічної форми передачі інформації" і розробив питання *методики* проектування і читання (візуального сприйняття) карт.

Першу серйозну спробу визначення поняття картографічної мови зробив О.Ф. Асланікашвілі (1967, 1974). Відповідно до його бачення:

Мова карти – це об'єктна мова картографії, тобто штучна формалізована мова, як специфічна система знаків, що складається з великої множини знаків, які виражають визначені поняття, що характеризують реальні об'єкти, а також із принципів і методів оперування цими знаками відповідно до просторово-часових змін картографічно інтерпретованої реальності.

О.Ф. Асланікашвілі одночасно запропонував єдину систему мови карти, в якій розрізняються *десять груп картографічних знаків*, класифікованих за окремими методами картографічного зображення. Ці десять груп автор далі класифікує за чотирнадцятьма характеристиками, одночасно підрозділяючи їх за просторовими формами локалізації (в точці, лінії, площі), окремо виділяються діаграми і графіки, які можуть бути локалізовані всіма трьома способами. Теорія картографічної мови набула розвитку в працях Л. Ратайського (Польща), Дж. Л. Моррисона (США) і Х. Боарда (Великобританія), а в останні роки фундаментально опрацьована Я. Правдою (Словачія) і О.О. Лютим (Росія).

Серед картографів нині не існує єдиного погляду на те, що слід вважати *основними одиницями картографічної мови*: "пляму" Бертена, "літеру" Л.Ратайського і К. Боарда, "сигнатури" класиків картографії Е. Імгофа, В. Вітта, Е. Арнбергера та ін.

У сучасній картографії закріпилося уявлення про *картографічну знакову систему*: а) як про штучну мову графічних символів картографічних зображувальних засобів, їх сукупність; б) як про систему знаків, що конструюються визначеним способом, і правила їх вживання, застосування (Асланікашвілі, 1967, 1974, Ізмайлова, 1976, Pravda, 1977, Салішев, 1982, Саушкін, Ілліна, 1984).

О.О. Лютий вважає, що не правила визначають картографічні знаки і мову карти, а емпіричні та інші узагальнення фактів мови свідомо або стихійно приводять нас до встановлення правил – які є нашими знаннями про мову (точніше, про роботу з мовою), але аж ніяк не її складовими. Автор приходить до висновку, що:

мова карти – це не штучна, не придумана сукупність або система графічних знаків, емпірично сформульованих правил їх конструювання і вживання, а об'єктивно існуючий феномен, що сформувався в суспільно-історичній практиці людини, який передається з покоління в покоління шляхом навчання і залучення суб'єктів до відповідного кола явищ.

Носіями цієї мови є особи, які вміють укласти, читати й розуміти карти. А самі карти, які він вважає текстами цієї мови, знання про мову (систему, функції і т.п.), її зв'язок з дійсністю, суспільством і свідомістю описуються в учбовій і науковій літературі (Лютий, 1988, с. 12, 21, 23).

О.О. Лютий доводить також наявність у мові карти особливого мовного прошарку або підмови I, яка несе досить визначене навантаження. Її засобами забезпечується відображення в картах змістової (сутнісної, субстанціональної) визначеності об'єктів картографічного моделювання: що являє собою об'єкт картографування, які його якісні властивості і кількісна визначеність. Ця «підмова I» бере участь у більшій або меншій мірою при створенні будь-якої карти. Її мав на увазі М.К. Бочаров (1966), викладаючи основи своєї теорії проектування систем картографічних знаків.

Кожна графічна фігура в легенді карти може бути розглянута як знак, а написані справа від неї слова, виражені знаками письма або цифрами – як вказівки на позначений об'єкт. Будь-яка пара, що складається зі знака і вказівки на позначене, відповідно до семіотичної традиції, подається О. О. Лютим як елементарна знакова ситуація, або компонент знакової ситуації. Але в карті, як вважає вчений, працює ще один апарат.

Про це свідчить мережа географічних координат з усіма її атрибутами – цифруванням в градусах, словами "півн. широта", "на схід від Грінвіча". Знаки «підмови I» певним способом організуються (локалізуються) в поле зображення відповідно до заданої мережі координат. Вони вступають у ще одну знакову ситуацію а, отже, наділяються властивістю вказувати на *ще одне значення – просторово визначене*, віднесене частіше всього до поверхні Землі.

Кожний графічний знак легенди, будучи розміщеним у полі карти, сполучається з іще одним знаком. Без вказівки на значення у вигляді географічних координат знаки «підмови I» неможливо упорядкувати в полі карти відповідно до розташування на земній (або іншій) поверхні об'єктів картографічного моделювання. Цифрування сітки координат і ліній, як вважає О. О. Лютий, це свого роду аналог легенди. Завдяки їм стає можливим позначення знака «підмови I» в полі зображення, а тим самим і просторово визначене значення об'єкта картографування. З наявністю цього мовного шару («підмови I») пов'язана специфіка феномену карти. Засобами "підмови I" забезпечується відображення даних щодо розміщення об'єктів картографування, їх взаємного положення, просторової форми й орієнтації.

Але згідно з поглядами деяких вчених (Козаченко Т.І., Пархоменко А.М., Молочко А.М та ін.), із цим не можна погодитися, оскільки розміщення знаків у полі карти не визначається "граматикою" мови карти й не належить до функцій цієї мови. Воно визначається математичною формалізацією, яка забезпечує перехід від сферичної поверхні земної кулі до площини за допомогою картографічних проєкцій.

Географічні назви й терміни О.О. Лютий відносить до особливого шару природної картографічної мови ("підмови II"), за допомогою якої забезпечується зв'язок між людьми, текстовий виклад географічного матеріалу, просторова прив'язка фактів, інтерпретація карт на природних мовах.

Виходячи з нового осмислення картографічної знакової системи як особливої мови – мови карти, О.О. Лютим вводиться поняття про граматичні помилки в системах знаків карт. На підставі цього аналізуються типові та найбільш розповсюджені

помилки в тематичних картах, розроблені теоретичні питання і методи підвищення якості проектування картографічних знаків.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Вкажіть основні стадії розвитку картографічного моделювання та причини їх змін.
2. Поясніть зміст поняття «картографічне зображення».
3. Поясніть зміст предмета картографії з позиції передачі інформації.
4. Розкрийте змістове значення знака при картографічному моделюванні інформації.
5. Поясніть зміст поняття «картографічна знакова система».
6. Охарактеризуйте семіотику як науку про знакові системи та її складові.
7. Розкрийте поняття «картографічна мова» за О.Ф. Асланікашвілі.
8. Розкрийте суть картографічної мови за О.О.Лютим.
9. Охарактеризуйте чотири основні функціональні знакові системи.

4. ЗНАКОВІ СИСТЕМИ В КАРТОГРАФІЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ

Знакові системи тематичного картографічного моделювання.

Способи зображення об'єктів.

Знакові системи тематичного картографічного Моделювання

Тематична карта як образно-знакова модель відображає дійсність – різні об'єкти, явища, процеси і відношення між ними. Локалізація, якісна і кількісна характеристика територіальних об'єктів, явищ і процесів (у статичній, динамічній, ретроспективній, сучасному стані і прогнозі) передається на картах графічними знаковими системами.

Графічна побудова систем знаків (розміщення, комбінації, перекриття і т.д.), базується на визначених правилах, які забезпечують логіку і ясність картографічного образу, компактність і гармонійність і, таким чином, створюють оптимальну можливість читання карти та наочність зображення.

Знакові системи, що використовуються в тематичній картографії, можна класифікувати за багатьма взаємопов'язаними ознаками, які мають відношення до побудови зображення на карті.

За графічними засобами побудови знаки поділяються на:

- *штрихові* (графічні) – точка, лінія, фігура, зображення;
- *фонові*, тобто знак знаходить своє відображення за допомогою штриха і фону.

Часто вони поєднуються, наприклад фон у графічному знакові. Такий розподіл базується на відмінностях функцій штрихових і фонових елементів карти, їх зображувальних можливостей, сприйняття, способів і техніки виконання, поліграфічного відтворення.

Знак і його значення виступають у нерозривній єдності. Значення містить у собі позначення об'єктів або явищ реальної дійсності та їх характеристики. Картографія використовує знаки **чотирьох функціональних знакових систем**:

- геометричні;
- художні;
- символічні;
- шрифтові.

При розробці проекту карти виконується **головне завдання** – вибір зображувальних засобів для всіх елементів змісту, що відображається на карті, і **наступне** – проектування цілісної системи картографічних знаків. При проектуванні систем знаків необхідно пропонувати графічні засоби, такі, що найбільш раціонально та адекватно відтворювали б зображувані ознаки об'єкта.

Графічні структури знаків можуть бути плоскими й об'ємними, правильними і неправильними. За кольоровими параметрами знаки підрозділяються на чорно-білі й кольорові.

***Зображувальний засіб** – це властивість графічних елементів і кольорових параметрів знака передавати інформацію про об'єкти. До зображувальних засобів відносяться параметри самого знака, комбінації знаків однієї системи і різних систем за їх параметрами.*

Значкові позначення застосовуються для зображення точкових об'єктів, площа яких не виражається в масштабі карти.

Лінійні знаки вживаються для зображення об'єктів лінійного характеру, довжина яких виражається в масштабі карти. При цьому зберігається подоба лінійних контурів, але *часто перебільшується їх ширина*. Лініям осей самих об'єктів у природі на карті відповідають лінії осей знаків.

Площинні знаки застосовуються для заповнення площ об'єктів, які виражаються в масштабі карти, при цьому контури об'єктів на карті зберігаються.

Подальша диференціація знаків зумовлюється їх основними параметрами. До **параметрів** знака належить:

- форма;
- розмір (довжина, ширина, площа, об'єм);
- орієнтація;
- кольоровий тон;
- інтенсивність кольору; світлота (яскравість) кольору; напівтон;
- структура – поділ знака на частини;
- кольорові структурні поєднання;
- текстура – розмір контуру,
- комбінація елементів контуру за формою утворюючих його знаків,
- комбінація елементів контуру за кольором утворюючих його знаків.

Комбінації знаків однієї системи і різних систем містять комбінації їх форм, розмірів, орієнтації, структури, текстури, кольорового тону, інтенсивності кольору.

За формою значки розподіляються на *чотири типи*:

- геометричні;
- буквені;
- художні;
- символічні.

Розмір (величина) знаків – важливий графічний засіб при їх побудові. Його визначають відповідно до прийнятого масштабу зображення, призначення і характеру використання карти. *Для більшості позначень навіть на картах крупних масштабів беруть умовні розміри*. На дрібномасштабних картах вони обумовлюються вибором шкал для їх побудови (в абсолютній або умовній масштабності), які враховують межі мінімальних і максимальних значень об'єкта. У залежності від призначення карти (учбова, довідкова) або характеру її використання (стінна, настільна) для того ж самого об'єкта можуть бути прийняті знаки, які різко відрізняються за величиною.

Орієнтація знаків як графічний засіб використовується обмежено, в основному для окремих

геометричних фігур. У ряді знаків вона взагалі непридатна, наприклад, в художніх знаках або геометричних фігурах у вигляді кола. Але орієнтація ефективна для штриховок, які заповнюють площинні контури. Картографічні знаки розрізняються за формою (рис.4.), орієнтацією (рис. 5.), внутрішнім малюнком (текстурою) (рис. 6.).

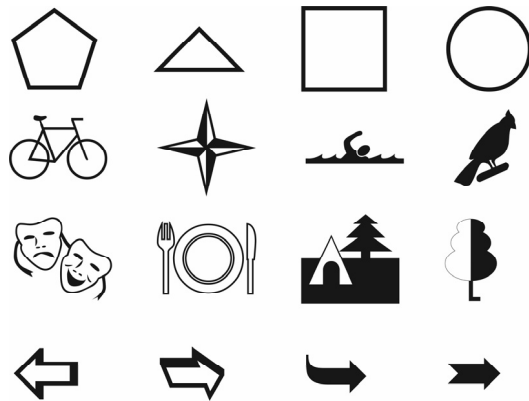


Рис. 4. Знаки, які розрізняються за формою

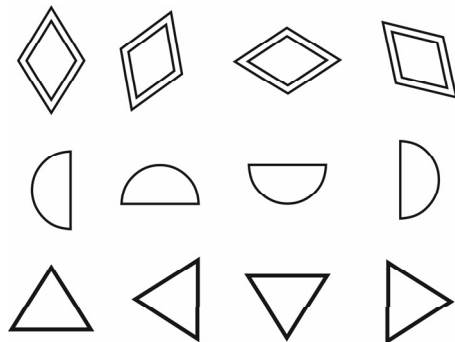
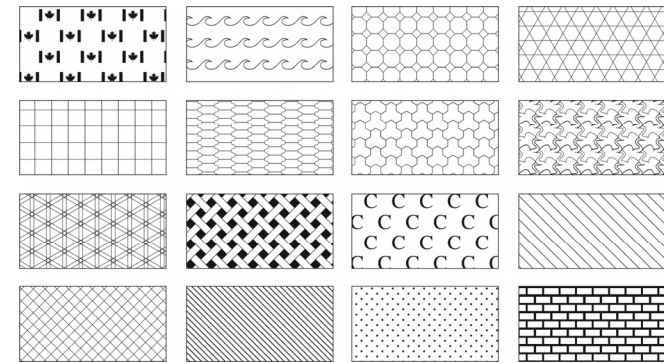


Рис. 5. Знаки, які розрізняються за орієнтацією



Мал. 6. Площинні знаки на карті. Види штриховок і значків, що заповнюють площі.

Основним зображувальним параметром знака є колір. Для правильного і науково обґрунтованого застосування кольору доцільний його розгляд у трьох основних аспектах:

- *фізичному* – випромінювання енергії;
- *фізіологічному* – дія променистої енергії на око і перетворення її в енергію збудження нервових клітин органу зору;
- *психологічному* – сприйняття кольору.

Для побудови систем знаків важливий розгляд поняття структури. Картографічне тлумачення поняття «структура знака» передбачає поділ знака на частини для відображення в одному знакові кількох якісних і кількісних ознак. Приклади структурного поділу плоских знаків зображені на рис. 7. Нарис. 8. представлені структурні та комбіновані знаки, які включають також і структурний поділ.

Геометричні знаки різної форми, які використовуються для відображення декількох ознак, мають різні можливості щодо поділу їх на частини, а отже, і у відношенні відображення показників картографування. *Кількість елементів знака*, яка може використовуватися для передачі схожості, відмінності і взаємозв'язків якісних і кількісних ознак, визначає кількість зображувальних засобів даного знака.

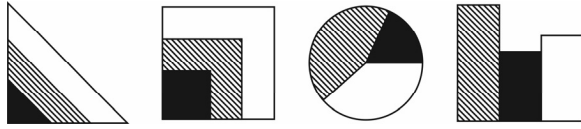


Рис. 7. Структурний поділ плоских геометричних знаків
(за Віттом, 1967).

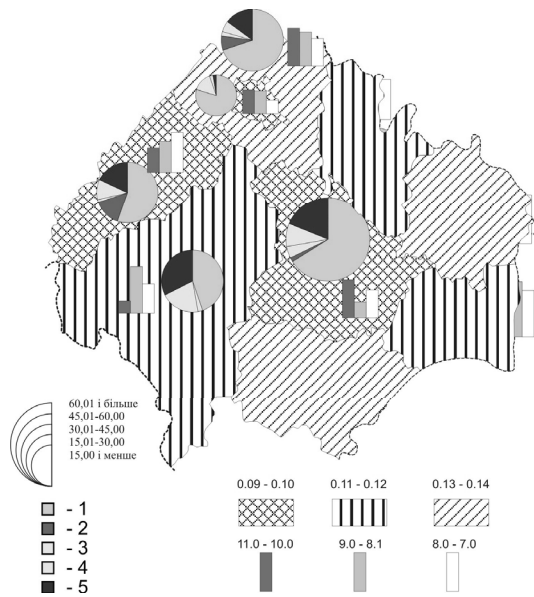


Рис. 8. Комбіновані і структурні знаки. Фрагмент карти
"Економічна оцінка сільськогосподарського ресурсного потенціалу".

Інформативну ємність знака можна виразити кількістю змістових ознак об'єкта картографування, який позначений цим знаком. Часто на тематичних картах будують знаки зі значним діапазоном їх **інформативної ємності**: два знаки, близьких за формою і площею, яку вони займають на карті, але з великою різницею в інформативності. *Співвідношення кількості змістових*

ознак об'єкта, які відображаються знаками, до кількості конструктивних елементів, що формують знаки, відбиває **ступінь їх інформативності**.

При проектуванні змісту карти інформативність знаків залежить від можливостей просторової характеристики явищ і врешті визначається для кожної конкретної системи знаків типом, призначенням карти, а також діапазоном споживачів.

Знак має властивість передавати такі характеристики об'єкта, як *локалізація, протяжність, конфігурація*. Відповідно до просторового положення об'єктів, локалізація знаків на картах може бути *точковою, лінійною і площинною*.

Для відображення форм і просторової локалізації об'єктів на картах використовуються найпростіші графічні засоби – точки, лінії. Вони лежать в основі більш складних графічних засобів. При цьому для *точкових і площинних об'єктів*, які не виражаються в масштабі карти, **форма задається**, а для лінійних і площинних об'єктів **форма знака відповідає формі об'єкта**.

Передача якісних ознак здійснюється за допомогою відображення знаками схожості, відмінності й підпорядкованості.

Передача аналітичних кількісних ознак здійснюється шляхом вираження різниці величин.

Картографічні знаки та їх системи мають властивості *метричності*, яка дозволяє *проводити вимірювання довжин, площ, об'ємів* і т.п., одержувати різноманітні кількісні показники (абсолютні й відносні), проводити кількісний аналіз для вивчення просторових і часових змін об'єктів та явищ тощо. Ця властивість має особливе значення при науково-довідковому картографуванні, використанні карт у наукових дослідженнях.

Найбільш проста розробка знаків для аналітичних карт з однією якісною (розміщення сільськогосподарських угідь, національний склад населення та ін.) або кількісною (кількість опадів, щільність населення, концентрація посівів) характеристикою. Побудова площинних знаків карт цього типу неважка. Площинні знаки звичайно складаються з лінійного знака контура і кольорового фону. У картографії **фон виконує**

функцію знака, тобто його параметри (кольоровий тон, світлота, насиченість) передає інформацію про об'єкти.

У площинному знакові контур (власне, лінія контуру) передає форму об'єкта, а фон - змістовні ознаки. Кольоровому тону притаманні об'єднуючі і подільні властивості, що визначає його використання для передачі якісних ознак. Тому:

- при *багатоколірному* зображенні площинні знаки на картах зазначеного вище типу мають вигляд шкал однорідних або поєднаних кольорових рядів, що змінюються за однією або кількома кольоровими характеристиками (кольоровим тоном, насиченістю, світлотою);
- при *одноколірному* зображенні - шкал штрихових знаків, які розрізняються за внутрішнім малюнком, світлотою.

Для відображення *якісної* сторони об'єкта доцільно використовувати шкалу, яка змінюється за кольоровим тоном, а також штриховки або штрихові знаки різної щільності й малюнка.

Площинний знак може також бути без фону всередині, ознака об'єкта в такому випадку буде передаватися текстурою лінії контуру. Замість кольорового фону можуть використовуватися штриховки або заповнюючі геометричні, художні або комбінованого типу значки (рис. 6.)

Кількісні характеристики явища показують шкалами зростаючої насиченості кольору або світлоти штрихового малюнка. Кількість ступенів колірної ряду відповідає кількості градацій заздалегідь розробленої шкали з постійними або змінними інтервалами.

Найбільш складне проектування системи знаків для карт з типологічними класифікаціями. Тому основними умовами розробки такого типу площинних знаків є наочність поділу таксономічних категорій, передача логічних зв'язків і підпорядкованості ієрархічних ступенів; показ взаємозв'язку систем знаків, який відображає класифікацію за основними ознаками. При цьому застосовуються графічні прийоми, які

використовують сукупність кольорових, графічних і шрифтових засобів.

Головним зображувальним засобом у відображенні структури таксономічних категорій і їх логічних зв'язків є колір з різноманітними варіаціями його властивостей і характеристик.

При великій дрібності основних класифікаційних одиниць, наприклад, типу ґрунтів, де виділяються підтипи, види і підвиди, а також дається ще й додаткова характеристика ґрунтів за специфічними ознаками (засолення, перезволоження), колір поєднується зі штриховими позначеннями (штриховки, дискретні значки по фоні). Кожному типу ґрунтів наданий свій кольоровий тон: чорноземам – коричневий, каштановим – жовтий (охристий), сіроземам – сіро-жовтий і т.д. Типи ґрунтів підрозділяються на підтипи і види, які розрізняються відтінками основного кольору (наданого типу) за рахунок зміни насиченості й світлоти. Світлота – використовується для виділення ґрунтів за інтенсивністю основного процесу ґрунтоутворення (наприклад, високогумусні чорноземи мають темно-коричневий, майже чорний колір).

Способи зображення об'єктів

Для побудови системи картографічних знаків існують *правила*, які визначаються способом зображення. У свою чергу спосіб зображення взаємопов'язаний з характером просторової локалізації об'єктів, явищ і процесів, відношень між ними, їх поєднань і зв'язків.

Спосіб зображення – це система правил, спрямованих на передачу місцезнаходження, якісних і кількісних ознак об'єктів картографування.

До основних способів належать: значки, лінійні знаки, якісний фон, ізолінії, локалізовані діаграми, точковий спосіб, ареали, знаки руху, картодіаграми і картограми.

Кожному способу зображення притаманні індивідуальні властивості, зумовлені відмінностями в локалізації знаків, кількості та якості інформації. Так, для ряду способів (значкового, картодіаграми) можливі однакові за видом і малюнком картографічні знаки, але положення знаків і їх географічне значення будуть відрізнятися в залежності від прийнятого способу зображення.

Розосереджені (дискретні) одиничні об'єкти картографування – точкові й елементарні площинні – відображаються способом значків; лінійні – способом лінійних знаків; площинні – способом ареалів, якісного фону; площинні суцільні – способом ізоліній (ізоритмів).

Спосіб значків на тематичних картах застосовується для передачі місця розташування і змістових характеристик розосереджених (дискретних) соціально-економічних об'єктів, які локалізовані в точці. Значки вказують місце розташування і вид об'єктів, а також можуть характеризувати їх величину (рис. 9), значення, зміни в часі (наприклад, значки населених пунктів, що позначають тип поселення, чисельність населення і адміністративне значення). Для передачі характеристик об'єктів картографування використовують форму, розмір, колір значків.

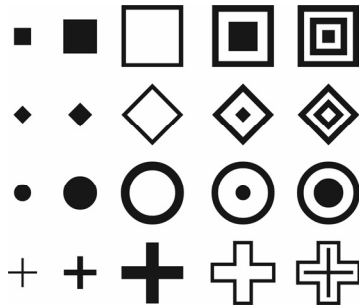


Рис. 9. Зображувальні засоби передачі співвідношень величин (за Е.Арнобергером, 1966)

Спосіб лінійних знаків – спосіб зображення на карті різних лінійних об'єктів, які практично не мають ширини (меж,

вододільних ліній, ліній розривних тектонічних порушень і т.п.); об'єктів лінійної протяжності, ширина яких не виражається в масштабі карти (річок, шляхової мережі); зональних природних меж (берегова лінія). Особливості проектування лінійних знаків аналогічні способам значків. Для передачі якісних і кількісних характеристик використовують текстуру, колір, а іноді й ширину знаків.

Спосіб ареалів. Ареали – це області розповсюдження тих або інших явищ (різних видів рослин і тварин, родовищ корисних копалин тощо). Як зображувальні засоби можуть бути використані будь-які параметри знака. Різноманіття прийомів оформлення ареалів дозволяє поєднувати на одній і тій же карті ряд ареалів, навіть коли вони перекривають один одного.

Спосіб якісного фону. Цей спосіб призначений для відображення якісних ознак площинних об'єктів. Укладанню карти способом якісного фону передують систематизація об'єктів картографування. Якісна характеристика території може бути дана на основі одного показника або з урахуванням декількох взаємно пов'язаних показників. Якісні ознаки можуть бути аналітичними, комплексними, комплексно-синтетичними і синтетичними.

Спосіб ізоліній. У способі ізоліній слід розрізнити два основних різновиди:

- спосіб ізометричних ліній;
- спосіб ізоритмів («псевдоізоліній»).

Спосіб ізометричних ліній – це спосіб кількісної характеристики явищ (величин і інтенсивності) об'єктів безперервного розповсюдження. До таких карт належать усі ізолінійні карти суцільного розповсюдження – рельєфу земної поверхні, повітряних мас і водних мас, геофізичних полів Землі і т.д.

Для побудови ізоліній на карті треба позначити точки, кожній з яких надається числове значення визначеного показника. Після вибору інтервалу між ізолініями проводиться інтерполяція і між заданими точками розставляються мітки, які відповідають вибраним значенням ізоліній. При побудові ізоліній треба з'єднати мітки з однаковими значеннями.

Існує істотна різниця між ізолініями на картах природних явищ і на економічних картах. Фізико-географічні карти, побудовані в ізолініях, можна розглядати як аналог відповідних природних явищ.

З математичної точки зору карти з ізолініями і псевдоізолініями можна розглядати як карти скалярних полів, кожній точці яких відповідає деяке число, величина кількісної ознаки, наприклад, така, що характеризує щільність населення.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте чотири основні функціональні знакові системи.
2. Розкрийте зміст поняття «зображувальний засіб». Охарактеризуйте види значкових позначень.
3. Назвіть та охарактеризуйте основні параметри значків при картографічному моделюванні.
4. Охарактеризуйте чотири типи значків за формою. Яка інформація міститься у розмірі значка?
5. Колір як основний зображувальний параметр значка.
6. Метричність як основна властивість картографічних знаків та їх систем.
7. Які властивості мають площинних картографічних знаків? Особливості передачі форми та змісту інформації при застосуванні площинних знаків.
8. Охарактеризуйте основні способи зображення об'єктів картографування.
9. У чому полягає системний принцип проектування знаків?

5. МАТЕМАТИКО-КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Особливості системного поєднання математичних і картографічних моделей при створенні нових карт.

Прийоми математичного аналізу картографічної інформації.

Імовірнісні статистичні способи дослідження в картографії та прийоми досліджень запозичені з теорії інформації.

Особливості системного поєднання математичних і картографічних моделей для створення нових карт

Дослідження будь-яких систем передбачає широке залучення математичних методів для виявлення закономірностей їх організації розвитку і функціонування в просторі та часі.

Об'єктом картографічного дослідження можуть бути будь-які системи, однак найчастіше їх відносять до класу "геосистем", інколи поділяючи за походженням на біогенні, техногенні, антропогенні тощо. З географічних позицій слід розглядати просторову структуру системи як простір середовища її існування (мешкання). Це твердження певною мірою узгоджується з визначенням теоретика картографії О.Ф. Асланікашвілі про *карту як засіб пізнання, що відображає конкретний простір предметів дійсності, які досліджуються, і його зміни з часом, а також певні сторони цих предметів.*

За минулі десятиліття спостерігається процес системного поєднання різних методів моделювання, зокрема математико-картографічного моделювання. Розглядаючи передумови, перспективи і специфіку використання карти як головного інструмента в процесі математизації досліджень зазначимо, що математика і картографія багато в чому споріднені. Математика займається, головню, вивченням двох сторін дійсності – кількісних співвідношень і просторових форм. Ці ж завдання виконує й картографія – на двох основних етапах укладання й використання картографічних творі (В.А.Черв'яков, 1994).

Водночас, нарівні з картографічним моделюванням, (головні принципи якого подібність, аналогія та системність), у практиці досліджень широкого використовують і математичне моделювання, яке полягає в абстрактному і спрощеному відображенні дійсності логіко-математичними засобами (С. Н. Сербенюк, 1990). Найбільш універсальними *принципами математичного моделювання* є апроксимація (функція наближення), формалізація, символізація і кодування явищ, що моделюються (О. М. Берлянт, 1980).

Як стверджують науковці, наш час "центр тяжіння" застосування математики в картографії *перемістився з сфери укладання карт у сферу їх використання* (В. А. Черв'яков, 1995). Але завдяки сучасному рівню автоматизації і розробки картографічних та геоінформаційних систем, технологій, процес розробки й укладання карт (побудови картографічних моделей) тісно пов'язаний із завданнями їх використання.

Математизація досліджень за допомогою карт проходить різними шляхами. Перш за все, відбувається пряме перенесення в картографічний аналіз деяких математичних і фізичних моделей без будь-якої суттєвої їх трансформації. Такими, наприклад, є гравітаційні моделі "взаємного тяжіння" центрів розселення, сфери обслуговування, освіти.

Інший шлях – запозичення для картографії моделей, які давно і добре зарекомендували себе в природничих та соціально-економічних науках, поширення їх на нові об'єкти дослідження. Наприклад, інформаційні моделі увійшли до картографічних досліджень із біології, факторний аналіз спочатку був розвинутий для обробки даних психологічних і соціологічних експериментів, методи перетворень полів запозичені з геофізики, моделі графів перенесені з економіки тощо. На цьому шляху відбувається інтенсивний обмін ідеями і підходами між картографічним методом та іншими розділами відповідних наук, в яких розробляються кількісні прийоми вивчення структури, зв'язків та функціонування досліджуваних систем.

Велика кількість шляхів математизації картографічного аналізу потребували їх упорядкування і створення певної системи прийомів. Це привело, врешті-решт, до формування особливого аналітично наукового напрямку на стику картографії

і математики – *математико-картографічне моделювання* (О. М. Берлянт, 1986).

В.Т. Жуков, С.М. Сербенюк, В.С. Тікунов (1978) визначили такий вид моделювання, як "*системне поєднання математичних і картографічних моделей для створення нових карт та розширення області їх застосування у відповідності з метою дослідження*". При цьому математичні моделі одержують джерело просторово-координованої конкретної і образної інформації, а картографічний метод – інструмент для її цілеспрямованої обробки.

Узагальнивши процес математизації досліджень за допомогою карт О.М. Берлянт виокремлює такі **основні групи** математичних прийомів (що входять до структури картографічного методу дослідження):

- *прийоми математичного аналізу* (алгебраїчні і тригонометричні апроксимації, екстраполяції та інтерполяції і фільтри);

Екстраполяція - (від латин *extra-* понад, *polio* – виправляю, змінюю). *Екстраполяція* полягає в розповсюдженні знань про якусь частину об'єкту, явища на інші його частини або на сукупність об'єктів загалом, поширення знань про минулі події на майбутні. *Екстраполяція* є різновидом індукції.

Інтерполяція – (від лат. *interpolatio* – змінюю, поновлюю). *Означає знаходження проміжних значень в ряду відомих даних.* Наприклад якщо нам дано ряд чисел 2, 4, 6, 8, ..., 12, 14 ..., то зрозумівши за яким принципом побудований цей ряд, ми можемо вставити відсутнє число 10. *Класичним прикладом наукової інтерполяції є відкриття нових хімічних елементів в періодичній системі Д.І. Менделєєва, яка спочатку мала порожнє місце для ще невідомих елементів.*

- *імовірнісні* (вибіркові);
- *статистичні прийоми* (узагальнюючі статистики і функції розподілу, кореляції і міри подібності, аналіз факторів, класифікації і групування);

- *прийоми теорії інформації* (критерії однорідності, оцінки взаємної відповідності).

Ці групи прийомів органічно увійшли в практику досліджень. Вони добре пристосовані до обробки карт з різними способами зображення (якісними, кількісними, дискретними (розрізненими і неперервними), а також для обробки інших геозображень, достатньо зручні для розв'язування просторових задач.

У математико-картографічному моделюванні (МКМ) функції карт багатогранні. У більшості випадків вони є необхідним *джерелом* вихідних даних, на підставі яких відбувається одержання та порівняння результатів аналізу і синтезу просторово-часової інформації про ті чи інші особливості територіально-організованих систем.

В послідовному процесі математико-картографічного моделювання "*вихідні дані*" – це відомості, зняті з карти для проведення моделювання і одержані в результаті моделювання у формі нового тематичного змісту карти.

Математико-картографічна модель (МКМ) ніби синтезує математичні й картографічні елементи разом. Карта виступає провідним інформаційним елементом МКМ. У залежності від поставленої мети, за допомогою математичних методів може здійснюватись як просте перекодування простих даних (наприклад, для забезпечення функціонування автоматизованої картографічної техніки або для виправлення координат, одержаних на картах-основах з різним ступенем спотворень), так і докорінна переробка інформації, яка зумовить появу синтезованих форм картографічних творів.

Нині здійснюються спроби *класифікації* математико-картографічних моделей. За *критерій* групування А.В. Кошкарьов, В.С. Тікунов визначають *зміст предмета дослідження* і виділяють три групи моделей:

А. Моделі структури явищ.

1. Моделі структури *просторових* характеристик явищ.
2. Моделі структури *змістових* характеристик явищ.

В. Моделі взаємозв'язків явищ.

1. Моделі взаємозв'язків *просторових* характеристик явищ.

2. Моделі взаємозв'язків *змістових* характеристик явищ.

С. Моделі динаміки розповсюдження (поширення, розвитку) явищ.

1. Моделі динаміки *просторового* поширення явищ.
2. Моделі динаміки *змістового* розвитку явищ.

Конкретні приклади конструювання моделей дозволяють усвідомити необхідність поділу моделей структури, взаємозв'язків і динаміки на два підвиди. Наприклад, створення моделей потенціалу поля розселення, рівномірності розміщення населених пунктів, апроксимації статистичних поверхонь (моделі структури); моделі узгодженості контурів об'єктів між собою; моделі просторового розповсюдження епідемій чи дифузії забруднень, міграцій населення (моделі динаміки) – все це неможливо здійснювати без урахування залучення просторових координат, які дозволяють *фіксувати явище у просторі*.

Нанесені на карту за результатами математичного моделювання змістові характеристики явищ набувають просторової визначеності. Це дозволяє аналізувати одержані результати по відношенню один до одного у просторі і дає їм додаткові переваги перед іншими формами подання результатів моделювання – таблицями, списками тощо, тобто користуватись можливостями *картографічної* (просторової) *організації інформації*.

У більш складних випадках виникає потреба створення і використання комбінаційної системи моделей у вигляді «ланцюговоподібних», «сіткоподібних», «деревоподібних» та інших конструкцій. Така система, як правило, повинна мати кібернетичний характер, а процес моделювання реалізуватись в інтерактивному режимі.

Прийоми математичного аналізу картографічної інформації

До прийомів математичного аналізу картографічної інформації належать: алгебраїчні та тригонометричні *апроксимації, екстраполяції та інтерполяції і фільтри.

Застосуванню апроксимацій і фільтрацій в науках про Землю присвячено багато літератури. Найбільш детально розроблено аналіз геофізичних полів суші, океану й атмосфери. У геолого-геоморфологічних дослідженнях за допомогою апроксимацій вивчаються регіональні і локальні геологічні структури, морфоструктури, неотектонічні форми тощо. У фізичній та економічній географії звичним стало застосування процедури розкладання на складові, згладження і фільтрації для найрізноманітніших явищ: від густоти населення до густоти яружної мережі і від "економічного рельєфу" до медико-географічних полів.

**Суть апроксимації полягає в заміні з відповідною точністю реальної поверхні (поля) $Z = F(u, v)$ найбільш придатною функцією найкращого наближення $Z = f(u, v)$, де u, v — координати точок у прийнятій на карті системі.*

Це, власне, ті прийоми моделювання, які найбільш широко застосовуються для реалізації широкого кола завдань, спільних для багатьох наук про Землю за допомогою карт:

- математичний опис реальних і абстрактних поверхонь (полів), створення цифрових моделей;
- узагальнення, спрощення, вирівнювання поверхонь, фільтрація даних;
- інтерполяція даних у випадках рівномірного або випадкового розподілу точок спостереження;
- екстраполяція просторово-часових закономірностей і поверхонь за межі області дослідження, включаючи прогноз у просторі і часі;
- перетворення дискретних картографічних зображень у неперервні; картографування густоти (щільності) об'єктів;
- поділ досліджуваної поверхні на складові частини з виділенням фону, локальних відхилень і випадкових варіацій різного порядку, їх оцінка, аналіз частки окремих компонентів, укладання карт фонові і

- залишкової поверхні;
- дії з поверхнями: додавання, віднімання, диференціювання, інтегрування, визначення картометричних, морфометричних, статистичних параметрів фонові і залишкової поверхонь (об'єми, градієнти, характеристики розподілу тощо);
- взаємне зіставлення серій карт фонових поверхонь (трендів) різної тематики та різночасових, оцінка їх подібності і відмінностей, простеження динаміки, проведення багатовимірного кореляційного аналізу, картографування фонових взаємозв'язків.

До певної міри *функція наближення* (апроксимація) відображає генеральні, закономірні або найбільш значні регіональні особливості, що властиві вихідній поверхні. Вона передає загальний фон чи фонову поверхню, виражає тенденцію поведінки поверхні у тривимірному просторі $R(u, v, z)$.

Імовірнісні статистичні способи дослідження в картографії та прийоми досліджень запозичені із теорії інформації

До імовірнісних (вибіркових) статистичних способів дослідження належать – узагальнюючі статистики і функції розподілу, кореляції і міри подібності, аналіз факторів, класифікації і групування.

Математично-статистичні моделі в роботі з картами набули різнобічного застосування, зокрема, як засобу дослідження. Це пояснюється, *перш за все*, загальною тенденцією впровадження імовірних (вибіркових) – статистичних методів у науки про Землю, *по-друге*, відносною простотою і доступністю математичного апарата, і, *по-третьє*, властивостями самого картографічного зображення, яке у деяких випадках зручно розглядати у вигляді статистичної поверхні, випадкового поля величин (ознак), як випадкову реалізацію певних процесів.

Статистика в картографічному аналізі використовується для виконання широкого кола *дослідницьких задач*, основні з них такі:

- одержання з карт вибіркового даних, планування вибірок, оцінка оптимальності їх розміщення та точності;
- обчислення узагальнюючих статистичних і морфометричних показників, оцінка їх вірогідності;
- встановлення, порівняння різних картографічних зображень, визначення міри їх подібності і відмінності;
- оцінка форми та міцності зв'язків між явищами при використанні серій карт;
- імовірнісне – статистичне прогнозування в часі і просторі;
- аналіз багатофакторних комплексів при використанні серій карт, визначення провідних чинників розміщення і розвитку явищ.

Перша з названих задач здається найбільш важливою для організації досліджень за допомогою карт, адже збирання будь-яких морфометричних та статистичних показників шляхом суцільного обчислення їх у елементарних виділах (річкових басейнах, однорідних схилах, елементарних ґрунтових ареалах, сітках квадратів або шестикутників тощо) дуже трудомістке, особливо якщо мова йде про значні за площею регіони. Саме тому, зокрема, в географічній практиці застосовують *ключові дослідження*. Найкращий ефект вони дають у поєднанні з вибірковими дослідженнями. Планування *вибірково-ключових досліджень* містить такі *етапи*:

- типологічне районування території з виділенням генетично однорідних районів;
- розміщення в межах кожного з районів регулярної геометричної сітки з певною конфігурацією гнізд (комірок), розміри яких вибирають у залежності від складності території чи поширення явища;
- виконання вимірювань та обчислень у випадково вибраних гніздах (комірках);
- інтерполяція одержаних даних і укладання картограм у межах виділених районів або ізолінійних карт.

Одна з аксіом математичної статистики полягає в тому, що вірогідність будь-яких статистичних показників і кореляцій зростає зі збільшенням обсягу вибірки. Але слід враховувати, що в роботі з картами вірогідність цих показників і кореляцій неминуче падатиме зі збільшенням площі території.

Традиційна статистика мало пристосована до характеристики двовимірних просторових розподілів. Враховується лише кількість елементів вибірки та їх значення (величина) без особливостей просторового розподілу. Саме цим пояснюється природна тенденція "географізувати" статистику шляхом картографування територіальних варіацій статистичних показників і коефіцієнтів. Розподіл статистичних показників *відображається на картах ізолініями середніх значень*.

З усіх розділів математичної статистики найбільш вживаною, мабуть, слід вважати **теорію кореляції*.

***Корелятивний** (рос. *коррелятивный*, англ. *correlative*, нім. *korrelativ*) співвідносний, взаємообумовлений.

Кореляція у математиці і природознавстві: а) співвідношення, відповідність, взаємозв'язок предметів або понять; б) залежність між явищами або величинами (параметрами), яка не має чіткого функціонального характеру.

Однак при цьому далеко не завжди виконують розмежування між статистичними та причинно-наслідковими зв'язками досліджуваних явищ. Збіг контурів, однаковий малюнок форм ізоліній та ін., все, що дозволяє одержувати при розрахунках високі значення кореляції, нерідко тлумачать як прямий доказ взаємозалежності явищ. Але існує багато чинників, коли, незважаючи на високий ступінь відповідності, спостерігається надзвичайно слабкий причинний зв'язок між явищами, що зображаються на різних картах. Це свідчить про те, що фізичні зв'язки типу "причина-наслідок" далеко не завжди можуть бути виявлені за допомогою статистичного аналізу.

У випадку використання ізолінійних карт, які дозволяють визначати точні кількісні характеристики явищ у будь-якій точці, застосовується коефіцієнт парної кореляції (коли існує прямолінійний зв'язок) або кореляційне відношення, – коли спостерігається криволінійна залежність між чинниками. При роботі з картограмними зображеннями і картами якісного фону, коли вибірки нечисленні, а залежність точних кількісних величин можна визначити лише інтервалом значень, найбільш доцільно застосувати ранговий коефіцієнт кореляції. Для одночасного зіставлення кількох карт використовуються коефіцієнти множинної кореляції.

На даний час непогано впорядкована методика картографування просторових кореляцій. Кореляційні карти стали новим видом тематичних карт. До них застосовують цілий комплекс способів зображення й особливі засоби графічного оформлення. Розрахунки виконуються із використанням природних або антропогенних територіальних одиниць: у басейнах рік, ландшафтах, адміністративних районах, сітках квадратів, шестикутників, кружків тощо.

З розвитком системного аналізу зростає роль тематичних кореляційних карт. На них вдається виявити ділянки з сильними, а можливо, й системоутворюючими зв'язками. Крім того, кореляційні карти дають новий матеріал для подальшої розробки інших моделей (дисперсійних, регресійних, факторних) а також для укладання прогнозних карт. Просторове відображення кореляцій випадково пов'язаних процесів, дозволяє в ряді випадків підвищити надійність аналізу, незважаючи на короткі ряди вихідних даних.

Існує декілька *видів* кореляційних карт:

- картограми кореляцій по природних районах або сітках з певною геометричною конфігурацією гнізд;
- карти ізокорелят з ізолініями рівних коефіцієнтів кореляції;
- карти відхилень від регресії та картограми відмінності рангів, які відображають не саму статистичну залежність, а позитивні або негативні відхилення від неї тощо.

При створенні кореляційних карт застосовують також

особливі прийоми узгодженого вибору інтервалів і способів оформлення шкал кореляційних картограм для того, щоб візуальна відповідність взаємопов'язаних явищ була максимальною. З цією метою використовують *шкали безперервних штрихувань*, коли щільність штрихувань відображає щільність зв'язку. В інших варіантах для цього застосовують чорно-білі або кольорові штрихування, що перекриваються. Але запропоновані способи незважаючи, на здавалось би, передбачену наочність, не дуже зручні, бо читачеві важко ототожнювати ту чи іншу густоту штрихувань або відтінки кольору на картограмі з неперервною (без інтервалів) шкалою в легенді карти.

Вивчення за допомогою серій карт різних багатовимірних комплексів виконують, застосовуючи *дисперсійний, факторний, компонентний аналізи та їх модифікації*.

Завдання дисперсійного аналізу* – оцінити вплив певних чинників (груп чинників) на мінливість середніх значень (якісних ознак) явища, що вивчається. Для цього дисперсія вибіркової сукупності розкладається на складові, зумовлені різними чинниками (факторами). За своєю структурою взяті для аналізу комплекси можуть бути одно-, дво-, трифакторними і т.д. У процесі дисперсійного аналізу можна оцінити частку кожного з факторів (чинників).

**Дисперсія – це середня арифметична квадратів відхилень кожного значення ознаки від середньої величини. Дисперсію також називають середнім квадратом відхилень. В залежності від вихідних даних дисперсія може визначатися за середньою арифметичною простою чи зваженою.*

**Дисперсійний аналіз – це статистичний метод аналізу результатів, які залежать від якісних ознак. Кожен фактор (чинник) може бути дискретною (перервною) чи неперервною випадковою змінною, яку розділяють на декілька сталих рівнів (градацій, інтервалів). Якщо кількість вимірювань (проб, даних) на всіх рівнях кожного з факторів однакова то*

дисперсний аналіз називають рівномірним, якщо ні то нерівномірним.

Значної популярності набули факторний і компонентний аналізи. Вони дозволяють виконувати згортку інформації, яка одержується з великих серій карт і об'єднання всього комплексу вихідних ознак у декілька головних результуючих факторів; групувати множину ознак за значеннями факторної ваги; досліджувати структуру вихідної сукупності об'єктів; районувати територію шляхом оцінки подібності й виділення однорідних факторних груп.

Факторний аналіз базується на дослідженні матриці кореляції між багатьма показниками (10 – 30 і більше), які впливають на явища, що досліджуються. У процесі аналізу виділяють декілька головних факторів (як правило, 3 – 4), котрі узагальнюють, синтезують вплив окремих вихідних показників. Перетворення нормованої кореляційної матриці в матрицю суміжності дозволяє в подальшому виконати процедури таксономічного об'єднання та районування території. Потім будують гіпотези відносно суті знайдених головних факторів і подають змістовну інтерпретацію щодо виділених районів. Аналогічні задачі розв'язуються і за допомогою компонентного аналізу.

Як і у випадку з апроксимаціями, зрідка виконуються дослідження, присвячені порівняльному аналізу можливостей різних багатовимірних статистичних моделей, які використовуються для обробки картографічної інформації.

Інформаційні моделі увійшли до картографічного аналізу через медико-географічні дослідження закономірностей розповсюдження ареалів хвороб. Значну роль у цьому відіграла праця Ю.Г. Пузаченко та А.В. Мошкіна «Інформаційно-логічний аналіз у медико-географічних дослідженнях», опублікована в 1969 р. Вона дала поштовх впровадженню інформаційних прийомів у ґрунтово-геоботанічні та ландшафтні дослідження, де ставились подібні задачі. При цьому було здійснено немало спроб тлумачити інформаційний аналіз карт з позиції передачі «повідомлень» між компонентами ґрунтово-рослинного покриву, тваринного світу, збудниками хвороб і

навіть абіотичними ланками геосистем. Наявність зв'язків намагались пояснювати як передачу інформації від керуючого чинника до керованого. Однак помітних досягнень ні в методиці картографічного аналізу, ні в теоретико-географічних уявленнях ці спроби не дали.

У наш час знайдено чимало способів картографування інформаційних моделей, які надійно увійшли до арсеналу картографічного методу дослідження. З їх допомогою розв'язують такі основні задачі:

- оцінка по картах однорідності, різноманітності, диференціації території та картографування цих показників;
- визначення ступеня взаємної відповідності явищ по картах різної тематики;
- укладання карт *ентропії ареалів, які характеризують просторову відмінність показників взаємної відповідності;
- уточнення районування території, положення границь.

**Ентропія – від грецького *entropia* (рос. – энтропия, англ. – entropy, нім. - entropie) – поворот, небезпечна зміна чого-небудь, перетворення. Поняття ентропії було вперше введено в термодинаміці для визначення міри незворотного розсіювання енергії. Ентропія широко застосовується і в інших галузях науки: в статистичній фізиці як міра ймовірності здійснення будь-якого макроскопічного стану; в теорії інформації – міра невизначеності будь-якого досвіду (випробування), який може мати різні результати.*

Інформаційні показники можуть бути розраховані по картах будь-якої тематики з якісними або кількісними способами зображення, з абсолютними чи відносними показниками, неперервними або ступінчастими шкалами тощо. До того ж математичний апарат й способи обчислень порівняно нескладні, що і пояснює причини популярності інформаційних моделей. Нині вже розроблені прийоми обчислення показників

відповідності по окремих ареалах або по гніздах (комірках) геометричної сітки, з подальшим складанням карт ентропії контурів чи ізолінійних карт ентропії. *Такі карти дозволяють диференціювати територію за ступенем складності явища, яке досліджується, за характером його зв'язку з іншими, провести районування, уточнити границі тощо.* Таким чином, інформаційні функції одержали в картографічному аналізі досить конкретне тлумачення (інтерпритацію) і при цьому не виникає потреби пояснювати ентропію (перетворення) карти як її інформативність, а відповідність двох зображень – як передачу інформації від одного явища до іншого, що особливо проблематично, якщо мова йде про об'єкти неживої природи.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Доведіть, що нині карти стають головним інструментом у процесі математизації наукових досліджень.
2. Охарактеризуйте основні групи математичних прийомів які входять до структури картографічного методу дослідження (за О.М. Берлянтом).
3. Вкажіть основні функції карт в математико-картографічному моделюванні.
4. Охарактеризуйте класифікацію математико-картографічних моделей за змістом предмета дослідження.
5. Поясніть основні прийоми математичного аналізу картографічної інформації.
6. Назвіть імовірнісні статистичні способи дослідження. Охарактеризуйте один із них.
7. Поясніть застосування теорії кореляції в картографічному моделюванні. Види коефіцієнтів кореляції.
8. Назвіть та охарактеризуйте види кореляційних карт.
9. Охарактеризуйте основні способи досліджень з теорії інформації, що застосовують у процесі картографічного моделюванні.

6. ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ В СИСТЕМІ КАРТОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Теоретичні основи інформаційно-картографічного моделювання геосистем.

ГІС як засіб інтеграції наук при географічних дослідженнях.

Сутність, специфіка та види геоінформації в картографічному моделюванні.

Теоретичні основи інформаційно-картографічного моделювання геосистем

Геоінформатика як науковий напрям формується на стику географії, картографії, інформатики, теорії інформаційних систем та інших дисциплін з використанням їх же методів пізнання й обчислювальної техніки. Останнім часом ГІС займають чільне місце в картографуванні й обробці географічних і картографічних даних. За словами О.М. Берлянта, ми є свідками інтеграції комунікативної і пізнавальної концепції картографії. Інтеграція картографії з геоінформатикою підготовлена розробкою теорії і методів використання карт, математико-картографічним моделюванням, впровадженням теорії системного картографування. Різні шари тематичної інформації містяться в серіях карт, у комплексних регіональних і національних науково-довідкових атласах.

Поняття «інформатика» прийнято використовувати для позначення широкої галузі автоматичної переробки інформації в усіх сферах людської діяльності. Сучасна інформатика народжується в результаті об'єднання різних дисциплін: комп'ютерної науки і техніки, різних галузей кібернетики, теорії і практики автоматизованих систем управління, проектування та ін. Актуальність проблематики автоматизованих інформаційних систем і баз даних, що лежать в їх основі, визначається не тільки потребою, але й можливістю реалізації множини завдань, пов'язаних із задоволенням інформаційних потреб різних категорій користувачів.

Автоматизація органічно пов'язана з озброєнням картографії науковим моделюванням, інформатикою, системним підходом та іншими методами, а також з розвитком пізнавального й комунікативного підходу до дослідження об'єктів і явищ картографування та принципово нових форм закріплення і передачі картографічної інформації.

Геоінформатика як поняття за змістом включає автоматичну переробку просторово-часової інформації щодо геосистем різного ієрархічного рівня і територіального охоплення. Найтісніше вона пов'язана з аерокосмічним зондуванням, математико-картографічним моделюванням і автоматизованою картографією, оскільки карти та знімки (поряд із статистичними даними і натуральними спостереженнями) є найважливішими джерелами геоінформації. До того ж карти – найбільш зручна форма надання просторової інформації споживачеві.

При розробці проблеми автоматизації й виконанні її конкретних завдань неможливо абстрагуватися від багатоаспектності картографії наших днів. Будь-які природні і соціально-економічні явища в їх різноманітті служать об'єктом картографічних досліджень. Як багатоаспектна і міждисциплінарна наука, картографія володіє специфічним методом моделювання просторово-часових систем. Проекція карти, масштаб, системи знаків, способи відображення, методи генералізації у взаємозв'язку формують мову карти як засіб картографічної комунікації. Практична реалізація взаємодії картографії і геоінформатики здійснюється в рамках геоінформаційних систем. ГІС втілюють *новий підхід* в інформаційній діяльності, *що характеризується перестановкою акцентів від процесів збору інформації (одержання інформаційної "сировини") до процесів її інтелектуальної обробки (виготовлення інформаційного "продукту")*.

Спочатку завдання, для яких створювалися географічні інформаційні системи, зводилися до накопичення і зберігання просторово-координованих даних, але нині вони значно розширилися. Причому найперші системи почали розвиватися на базі інформаційно-пошукових систем, а трохи пізніше – картографічних банків даних. Інформаційні системи

розглядалися як перший етап автоматизованого створення карт, пізніше у функції ГІС, в їх широкому розумінні, почали включати блоки математико-картографічного моделювання і автоматизованого створення карт. Більшість відомчих ГІС включають у свої завдання створення карт або використовують картографічні матеріали як джерело інформації.

Геоінформаційні системи - як засіб інтеграції наук при географічних дослідженнях

Геоінформаційні технології «виросли» із розвитку засобів автоматизації картографічних процесів, математико-картографічного моделювання та системного підходу в географії.

ГІС почали розроблятися ще біля 40-а років тому, а перша реально працююча ГІС Канади (CGIS) з'явилася на початку 60-х років. У колишньому Союзі наукові розробки по ГІС почалися на 20 років пізніше. Перші монографії на цю тему були видані в середині 80-х рр. ХХ ст. Фундаментальне узагальнення зроблено С.М. Сербенюком у праці "Картографія і геоінформатика – їх взаємодія" (1990), О.М. Берлянтом, О.В. Кошкар'євим, В.С. Тікуновим у книзі "Картографія і геоінформатика", що вийшла в 1991 р., у "Підсумках науки", серія "Картографія", у фундаментальній статті О.В. Кошкар'єва, В.С. Тікунова, А.М. Трофімова (1992), присвяченій теоретичним і методичним аспектам розвитку географічних інформаційних систем, у монографії О.В. Кошкар'єва і В.С. Тікунова "Геоінформатика" (1993). У цих роботах при аналізі передумов, що сприяли розвитку теорії географічних інформаційних систем, звертається увага на основоположні аспекти теорії, методології і практики створення інформаційних систем загального призначення, поданих у публікаціях з теорії баз даних, їх моделей і систем управління базами даних, які використовуються географами і картографами.

Більшість ГІС є *автоматизованими і проблемно орієнтованими*, призначеними для виконання окремих географічних завдань. Автоматизоване картографування є

головним компонентом, ядром географічних інформаційних систем, що інтегрують технічні, програмні, інформаційні засоби централізованого збору, зберігання, обробки, перетворення і відображення просторово-локалізованої інформації (геоінформації). Автоматизовані картографічні системи (АКС), бази і банки цифрової картографічної інформації є основою ГІС, а картографічні зображення (звичайні і дисплейні) виявилися найкращим способом спілкування ГІС зі споживачем.

Процес розвитку автоматизації в картографії нерозривно пов'язаний зі створенням таких складних систем, як АКС і банки картографічних даних (БКД). Для побудови і функціонування банків картографічної інформації вирішальне значення мають математичні, картографічні і технічні принципи. АКС, як система електронної обробки картографічних даних і подання останніх у вигляді географічних карт, оперує наборами цифрових даних, об'єднаних в інформаційні масиви, які позначають терміном "база даних".

Базою картографічних даних називають сукупність у певний спосіб організованих масивів цифрової картографічної інформації та програмних засобів, що забезпечують доступ до них та їх опрацювання (введення, зберігання, видання).

Діалоговий режим користувача здійснюється за допомогою системи управління базами даних. Бази даних разом з їх системами управління позначають терміном "банк даних".

Дослідження *предмета картографічного моделювання* дозволило визначити **4 ранги** упорядкованості інформації в картографічних дослідженнях (рис. 10.).

Структурно-графічні моделі разом із понятійним, класифікаційним і концептуальним арсеналом географії та картографії складають теоретичне обґрунтування для наступного II рангу упорядкованості інформації про об'єкт. Методичним її обґрунтуванням слугують: методика одержання геоінформації; методологія логіко-математичного моделювання, способи обробки і трансформації вихідної інформації в придатну для картографування форму; принципи і методика побудови

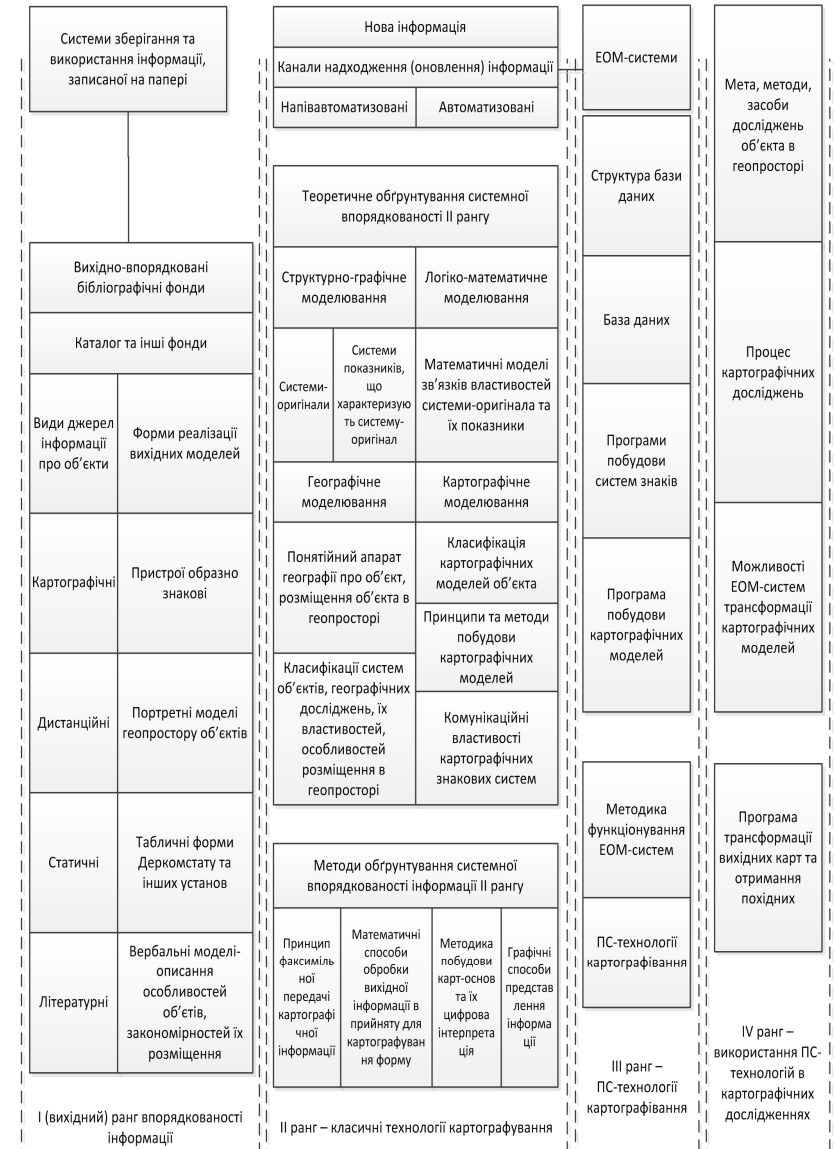


Рис. 10. Структура геоінформаційної моделі в картографічних дослідженнях. (за О.В. Кошкар'овим)

різних типів картографічних моделей; типи карт-основ, комунікативні властивості картографічних знакових систем. Такий рівень методики геоінформаційного моделювання достатній для створення систем карт за класичними технологіями. Створення ж віртуальних карт потребує нового етапу упорядкованості інформації (III ранг). Цей етап упорядкованості забезпечується чіткою, системно відпрацьованою на базі попередніх моделей структури ЕОМ – бази даних, пакетів програм побудови і використання карт-основ, а також програм створення різних типів картографічних моделей з усіма легендами і комплексами композиції знаків, зазначених у кожній легенді.

Наступний, IV ранг упорядкованості інформації визначається дослідницьким процесом, від мети, методики, способів і засобів кожного етапу залежать напрями трансформації картографічного зображення в геопросторі, який моделюється, одержання похідних карт, зокрема оціночних, прогнозних, рекомендаційних, управлінських, оперативно-практичних та ін.

Фундаментальні карти довгострокового користування зберігають своє значення, але дедалі частіше поєднуються при виконанні ряду конкретних завдань з картами оперативними. І ті, й інші, поряд зі звичною графічною формою, знайшли нове втілення в банках цифрових просторово-часових даних, які можна розглядати як цифрові моделі об'єктів, явищ і процесів, що картографуються, і зручні для зберігання просторової інформації, її систематичного поповнення, поновлення і, що дуже важливо, доступні для різноманітної обробки на ЕОМ, що дозволяє розв'язувати деякі задачі без безпосереднього звертання до графічних зображень.

Нині немає принципових труднощів щодо повної автоматизації виготовлення аналітичних карт. Реалізується автоматизація окремих галузей спеціалізованого картографування, зокрема земельного кадастру. Розробляються АКС для топографічного картографування з банками даних по групах масштабів карт (Васмут, 1991; Мартиненко, 1988).

ГІС розглядають як інтерактивні системи, здатні реалізувати збір, систематизацію, зберігання, обробку, оцінку,

відображення й розповсюдження даних, і як засіб одержання на їх основі нової інформації і знань про просторово-часові явища (В.С. Тікунов, 1991).

Компонентами ГІС є такі складові:

- підсистема управління базами даних; підсистема накопичення і обробки даних;
- підсистема аналізу даних;
- підсистема машинної побудови картографічного зображення.

Одним з центральних блоків ГІС повинна бути автоматизована картографічна система, забезпечена засобами геосистемного моделювання й автоматизованого створення чи використання карт.

Дослідження картографів, виконані за останні роки в галузі комп'ютерної картографії показують, що одним з пріоритетних напрямів стало *створення і вдосконалення* геоінформаційних систем, призначених для збору, систематизації, обробки, оцінки й видачі за запитом численних користувачів різноманітних картографічних і спеціальних відомостей. У ГІС різного призначення інтегрується велика інформація про Землю, яка є на топографічних, тематичних, цифрових і електронних картах, планах міст, аеро- та космічних знімках, а також у довідкових та інших матеріалах. У них використовується дво-, три- і чотиривимірне моделювання (x, y, H, t), яке дозволяє одержувати просторово-часову інформацію щодо місцевості та явищ і процесів, які відбуваються на ній, у режимі реального часу та наочно відображати її.

Між ГІС і картою можна знайти багато спільного. У структурі ГІС виділяють територіальний і галузевий (тематичний) блоки (О.В. Кошкар'юв, 1987) або так звані відповідно ідентифікаційні і класифікаційні блоки (С.М. Сербенюк, В.С. Тікунов, 1984). У картографічній моделі наявні метричні характеристики основи карт і спеціальне або тематичне навантаження. У ГІС використовується система моделей для встановлення зв'язків між базами даних, на карті цю функцію виконує система умовних знаків, що відображають змістові відомості і фіксують просторове розміщення (В.С. Тікунов,

1991). Таким чином, нині, за висловлюванням О.М. Берлянта (1993), відбувається становлення нової *геоінформаційної концепції*, в якій формується своя особлива система основних положень:

- **картографія** – наука про системне геоінформаційне моделювання і пізнання геосистем;

- **карта** – образно-знакова геоінформаційна модель дійсності;

- **основні напрями теоретичних досліджень** – розробка теорії геоінформаційного картографування, картографічного моделювання, картографічних знакових систем, проблем розпізнавання образів;

- **основні контакти картографії** – з науками про Землю та суспільство, інформатикою, семіотикою.

Різноманіття взаємозв'язків картографії і ГІС створює основу для інтеграції окремих географічних та інших наук при комплексних системних дослідженнях. Спроба О.М. Берлянта (1991) узагальнити різноманіття зв'язків картографії і геоінформатики призвела до виділення шести головних аспектів їх взаємодії:

- 1) *загальногеографічні і тематичні карти* – це головне джерело просторово-часової інформації про природу, господарство, соціальну сферу;

- 2) *картографічні координатні системи і розграфка* служать основою для географічної локалізації всієї інформації, яка надходить, зберігається й оброблюється у ГІС;

- 3) *карти* – основний засіб географічної інтерпретації і організації даних дистанційного зондування та іншої некартографічної інформації, яка використовується у ГІС (статистичної, аналітичної, метеорологічної і т.п.);

- 4) *картографічний аналіз* – один із найбільш ефективних засобів виявлення просторових географічних закономірностей, зв'язків, залежностей при формуванні баз знань, що входять у ГІС;

- 5) *математико-картографічне і ЕОМ-картографічне моделювання* – головний засіб перетворення інформації при

прийнятті рішень, управлінні, проведенні експертиз, складанні прогнозів розвитку геосистем і т.п.;

- б) *картографічне зображення* – найдоцільніша форма подання інформації споживачам, а автоматичне виготовлення оперативних і базових карт, тривимірних картографічних моделей, дисплей-фільмів – одна з головних функцій ГІС.

Слідом за О.М. Берлянтом (1991) можна дати досить стисле визначення поняття «геоінформаційне картографування»: *це автоматизоване картографування на базі географічних інформаційних систем.*

При цьому геоінформаційне картографування може бути галузевим і комплексним, аналітичним і синтетичним. Але якщо йдеться про особливості геоінформаційного картографування, що виділяють його серед інших напрямів, то слід відзначити, що це системне створення і використання карт, орієнтоване на конкретні завдання управлінського характеру. Чітке цільове завдання, прикладний характер – це найбільш важлива характерна риса геоінформаційного картографування.

Ще одна з важливих особливостей цього напрямку, який тільки формується – це розвиток оперативного картографування, тобто створення зображень у реальному (або близькому до реального) часі. Часто такі карти схематичні, розраховані на короткочасне використання для виконання якогось одного специфічного завдання. Нерідко життя таких карт короткочасне, вимірюється миттю, вони відображають не якусь усталену концепцію, а лише ряд можливих варіантів, набір імовірних ситуацій. Таким чином, автоматизація, системність, цілеспрямованість, оперативність і багатоваріантність – це основні особливості геоінформаційного картографування.

Програмно-координоване створення серій узгоджених, взаємно доповнюючих тематичних карт і атласів природних, соціальних і господарських геосистем можна розглядати як *етап зародження ГІС-технологій*. Іноді навіть вважається, що *ГІС не стільки нова концепція, скільки нова технологія* на високому рівні автоматизації.

Місце геоінформаційного картографування в системі картографічних дисциплін складає особливу проблему. Щоб відобразити моделі співвідношення картографії (К),

дистанційного зондування (ДЗ) і геоінформаційних систем (ГІС) автори використовують неформалізовані зображення. Так, О. М. Берлянт проаналізовані запропоновані П. Фішером і Р. Ліндербергом (1989) зображені на рис 11. чотири альтернативні моделі.

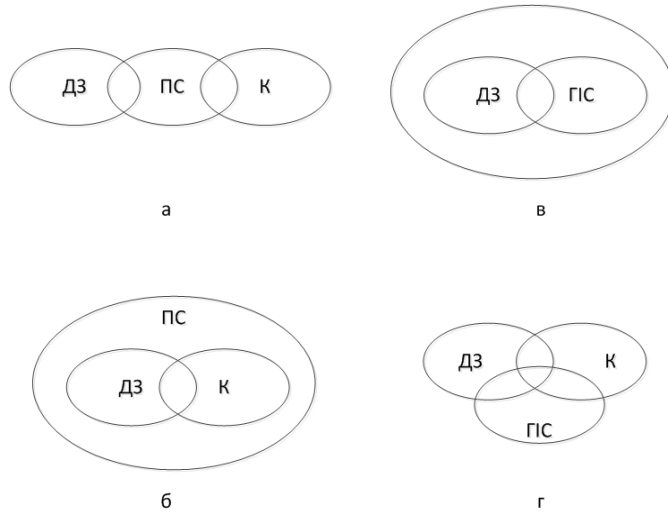


Рис. 11. Моделі співвідношення картографії (К), дистанційного зондування (ДЗ) і геоінформаційних систем (ГІС) за П. Фішером і Р. Ліндербергом, 1989; а - лінійна модель; б - домінування картографії; в - домінування геоінформаційних систем; г - модель потрібної взаємодії

Лінійна модель відображає уявлення про те, що дистанційне зондування пов'язане насамперед з геоінформаційними системами, а через них – з картографією, в завдання якої входить відображення інформації, що надходить. У результаті утворюється послідовність: ДЗ - ГІС - К (рис. 11, а).

Інша модель відображає домінування картографії як всеохоплюючої дисципліни, куди дистанційне зондування і геоінформаційні системи входять як пересічні взаємопов'язані субдисципліни (рис. 11, в).

Аналогічно наступна модель характеризує домінування геоінформаційних систем, які включають дистанційне зондування і картографію як підсистеми, що частково перекриваються між собою (рис. 11, б). Найбільш реалістичною визначається модель потрібної взаємодії (рис. 11, г), в якій жодна зі сфер не є домінуючою, кожна має свій предмет, але при цьому вони пересікаються в галузях одержання знань, методах і застосуванні.

На основі моделі потрібної взаємодії П. Фішер і Р. Ліндерберг намагалися сформулювати нове визначення картографії, дистанційного зондування і геоінформаційних систем, відобразивши при цьому їх загальні риси й відмінності.

Картографія визначається як *галузь графічної комунікації просторових відношень і розміщення* (розподілу), що включає аналіз і обробку географічних знань із метою підвищення якості їх відображення. Дистанційне зондування – це збір і обробка даних, що реєструються в різних зонах електромагнітного спектру за допомогою неконтактних приладів, а також аналіз і обробка цих даних для їх найкращої інтерпретації. Нарешті, *геоінформаційні системи* трактуються як системи управління, аналізу і обробки просторово-координованої інформації з метою її проблемно-орієнтованого синтезу. Оцінюючи зазначені моделі, О.М. Берлянт звертає увагу на області перекриття, де саме і відбувається синтез знань, методів, технологій, зародження нових наукових напрямів. Саме у вузлі перетину картографії (точніше, автоматизованої картографії – АК), аерокосмічних методів (АКМ – в їх широкому розумінні, включаючи дистанційне зондування, дешифрування і фотограмметрію) і геоінформатики формується *геоінформаційне картографування*. На його формування дуже вливають методи і підходи системного картографування (СК), яке ґрунтовно "зав'язане" в цьому вузлі.

ГІС, загалом, розглядається, як просторова інформаційна наука, а не технологія. Геоінформаційне картографування в ній посідає місце, як окрема дисципліна (рис. 12). З цим не можна погодитися. Вузлові дисципліни, виникаючи на передньому краї наукового пошуку, у вузлових точках суспільних інтересів,

користуються, як правило, соціально-економічною підтримкою (рис. 13).

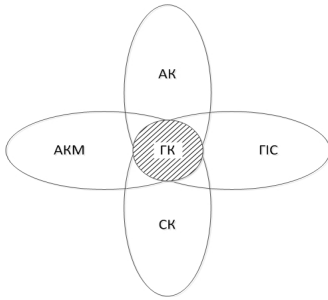


Рис. 12. Положення геоінформаційного картографування (ГІС) у вузлі перетину автоматизованого картографування (АК), системного картографування (СК), аерокосмічних методів (АКМ) і геоінформаційних систем (ГІС) (Берлянт, 1991).



Рис. 13. Співвідношення між ГІС-технологією, програмною інженерією, технологією інформаційних систем підтримки прийняття рішень (СППР), автоматизованою картографією, інструментарієм САПР і системами управління базами даних (СУБД) (Т. Helokunnas, 1992)

Це справедливо по відношенню до геоінформаційного картографування. Точна й оперативна інформація, в тому числі картографічна – це в наш час найцінніший продукт.

Сутність, специфіка і види геоінформації в картографічному моделюванні

Поняття "інформація" трактується більшістю авторів як деяка сукупність даних, відомостей, що визначають міру наших знань щодо об'єктів, явищ і процесів та відношень між ними, які вивчаються тією або іншою наукою.

Дані – це атрибут інформації. Вони позначають факти, поняття, інструкції, які подають в умовній формі, зручній для пересилання, інтерпретації й обробки людиною або автоматичними засобами.

Дані – це будівельний елемент у процесі створення інформації. Фахівці з інформатики вважають, що інформація щодо об'єктів існує у вигляді набору конкретних значень кількісних і якісних параметрів. Щоб одержати інформацію, яка поповнює знання, необхідно аналізувати дані, обробляти кількісні та якісні відомості. Відомості будь-якої форми і змісту, позбавлені відповідної структурної організації під конкретну ціль, не є інформацією через те, що вони не знаходять споживача. Тільки запрограмована організація даних і знань набуває змісту певної інформації, спрямованої на виконання поставлених завдань. Вона відбувається в інформаційному потоці. Для структуризації геоінформаційних потоків і методів їх обробки створюються різного роду геоінформаційні системи. Ці системи мають справу з геоінформацією, тематично різноманітною, порівнянною, координованою, масштабованою й генералізованою у просторі та часі. Володіння геоінформацією і оптимальне її використання відкриває можливості для проведення нових наукових досліджень, прийняття обґрунтованих господарських рішень, управління багатьма аспектами взаємодії суспільства і природи.

Геоінформація – це просторово локалізована інформація щодо природних і соціально-економічних об'єктів, явищ і процесів Землі, в її найбільш загальних структурах, формах, зв'язках, закономірностях, одержаних географічними, геодезичними, геофізичними, дистанційними та іншими методами.

Одним із найбільш значних елементів геоінформаційного потоку є інформація щодо елементарних географічних об'єктів. Це визначається, по-перше, тим, що вона вихідна, по-друге, її величезним фізичним обсягом. Кажучи про змістову визначеність інформації щодо елементарних географічних об'єктів, слід відзначити, що дані про них не є географічною інформацією. Вона з'являється тільки при їх обробці й організації на наступних етапах інформаційного потоку.

Географічні об'єкти є водночас об'єктами вивчення інших наук. Практично всі матеріальні утворення належать й іншим науковим сферам, а також, беручи участь у тій чи іншій формі в господарській діяльності, відображаються у відомчих інформаційних потоках (Держкомгідромет, Мінекобезпеки, Мінздрав та ін.).

Сутність географічної інформації можна визначити як характеристику різних утворень (об'єкти, явища, процеси, відношення між ними) і їх субстанціональні властивості (фізичні, хімічні, біологічні, економічні, соціальні, технічні та ін.), починаючи з деякої системи елементарних географічних об'єктів, тобто явищ із достатньо високим рівнем зв'язаності і складності.

Філософська концепція єдності простору й часу потребує включення у визначення географічного простору ознаки динамічності – як відбиття безперервного розвитку географічних об'єктів. Не порушуючи системної взаємопов'язаності понять, територію, за висловлюванням Б. Б. Родмана, можна розуміти як «деякий умовний двовимірний простір, в який перетворюється тривимірний геопростір при упорядкуванні географічної інформації».

Окрім територіальних, географічна інформація має своєрідні властивості незмінності цінності в часі. Часова визначеність відбивається в зображенні об'єктів у статистиці, динаміці, ретроспективі, сучасному стані і прогнозі. Для більшості видів інформації найважливіше значення має тривалість періоду, на протязі якого вона зберігає актуальність. *Географічна інформація не тільки не втрачає своєї цінності в часі, але й підвищує її в міру збільшення терміну з моменту спостереження.*

Окрім просторово-часових властивостей географічної, інформації існують і інші, не менш важливі, для створення ГІС. Це насамперед ті, що пов'язані з її прагматичними цінностями: висока інформативність та інтегративність.

У всі часи існувала потреба в стисненні й цільовому поданні територіальної інформації, яка тепер найкраще реалізується шляхом геоінформаційного картографування. Подання вихідної інформації про об'єкт у вигляді структурної моделі є першою необхідною умовою як для картографічного, так і геоінформаційного моделювання. Другою, не менш важливою умовою є її математичне моделювання з метою перетворення вихідної інформації до заданого виду відповідно до призначення і масштабу карт. При автоматизованому моделюванні цю функцію виконує картографо-кібернетична модель (О. С. Васмут, 1983, 1991). В основі цього виду моделювання лежить математичне і кібернетичне моделювання процесу створення карти.

Інформацію можна класифікувати:

- за формою її подання;
- за характером відомостей, що нею передаються;
- за способами і методами її одержання.

За формою подання розрізняють текстову, цифрову, графічну (в географії в першу чергу картографічну), фотографічну, фототелевізійну та ін. Різні форми подання інформації слід розглядати не ізольовано, а як доповнення одна одної. За своєю природою розрізняють знімальну інформацію і статистичну.

Знімальна – це інформація, одержана в результаті різного роду знімання: польового, фотографічного (аерокосмічного і наземного), неоптичних видів дистанційної індикації (інфрачервоне знімання земної поверхні), гідрографічного, океанологічного.

Статистична інформація про об'єкти – це розрахунково-довідкові дані щодо властивостей об'єктів та їх сукупностей, одержані шляхом обробки її методами статистичного аналізу, або статистичні (табличні) дані. Статистична інформація може використовуватися при

геоінформаційному картографуванні одноразово або багаторазово, аналітично й комплексно. Картографічне моделювання висуває високі вимоги до якості статистичних матеріалів, що використовуються для укладання карт. Для того, щоб ці матеріали відповідали всім вимогам сучасності, точності, повноти, необхідна наукова організація спеціальної, чітко налагодженої статистичної інформації. Кращі умови для цього забезпечує автоматизована система збору, обліку, зберігання й аналізу статистичних матеріалів.

Інформація, що використовується в географічних дослідженнях, може бути розділена на *одновимірну*, побудовану за єдиною ознакою, і *багатовимірну* (ряд ознак у точці спостереження). Багатовимірна інформація в свою чергу буває двох різновидів: моноструктурна або ж поліструктурна. Очевидно, що висновки, одержані на підставі інформації першого роду, будуть легко інтерпретовані. Різноманітна інформація другого виду створює певні труднощі на етапі логіко-математичної обробки через різні одиниці виміру і пов'язані з ними кількісні характеристики.

Застосування автоматики й обчислювальної техніки ставить проблему формування банків даних (БД), *тобто сховищ просторово координованої інформації, представленої в цифровій формі й оснащеної системами управління*. БД здійснює накопичення, пошук і видачу за запитом інформації, необхідної для виконання дослідницьких завдань і картографування.

Геоінформаційне картографування стримується не тільки відсутністю картографічних матеріалів, але і їх величезною кількістю, особливо, коли ця величезна інформація різноманітна, різномасштабна й несистематизована. Звідси випливають *основні вимоги до банків даних*:

- систематизація і класифікація інформації;
- уніфікація показників;
- їх періодичний контроль і поновлення;
- однакове кодування;
- зручність автоматичного, людино-машинного використання.

У процесі геоінформаційного моделювання та автоматизованого укладання карт і обслуговування автоматичних картографічних систем (АКС) може бути використано кілька видів інформації. *Для введення* може використовуватись картографічна інформація в графічній і цифровій формі, а також знімальна (польова, аерокосмічна, гідрографічна), геодезична, фотограмметрична та інші види інформації. При цьому інформація, що надходить у систему в цифровій формі, подається у вигляді цифрових масивів у заданому форматі запису й заданою формалізованою структурою даних (цифрові моделі).

Інформація, яка підлягає логіко-математичній обробці на ЕОМ, може бути картографічна, топографічна, аерокосмічна, статистична та ін. *На виході* з ЕОМ може бути картографічна інформація в графічній та цифровій формах. Тобто інформація, яка знята з карт, повинна поєднуватися у БД із різноманітною аерокосмічною, метеорологічною, статистичною інформацією, даними мережі наземних спостережень. У цьому випадку може бути сформована ціла мережа БД із централізованою системою управління.

Під *картографічною геоінформацією* розуміють *відомості щодо природних і соціально-економічних явищ Землі, відображені в узагальнених поняттях і категоріях*. Картографічна інформація подається за допомогою знакових систем, що позначають об'єкти, явища, процеси природи і суспільства, їх суттєві змістові ознаки і взаємозв'язки в генералізованому вигляді. Вона передається відповідно до вимог користувачів за визначеними математичними законами умовними знаками, літерно-цифровими позначеннями та їх поєднаннями, які відображають на картах сутнісні, якісні (*семантичні*) і кількісні (*метричні*) характеристики об'єктів земної поверхні і зв'язків між ними.

Тобто *за характером відомостей*, що передаються, розрізняють *семантичну* інформацію і *метричну* картографічну інформацію. Під семантичною інформацією розуміють те змістовне навантаження, яке несе картографічне зображення. Картографічна метрична інформація – це інформація, яка

відображає у визначеній системі координат простору положення просторових структур.

Існує кілька підходів (Берлянт, 1986) до трактування поняття "*картографічна інформація*" (КІ): пізнавальний, комунікативний, оціночний, формалізований, дослідницький.

Пізнавальний підхід – це теоретико-методологічне дослідження картографічної інформації з точки зору не тільки одержання різних відомостей щодо об'єктів, явищ і процесів об'єктивного світу, але й вивчення і розкриття нових закономірностей, одержання нових знань. Картографічна інформація є часткою наших знань, зафіксованих у вигляді картографічного зображення. Реалізація знань відбувається як видача інформації, а споживання її породжує нові знання.

Комунікативний підхід пов'язаний з розглядом карт як каналу передачі інформації, вивченням особливостей сприйняття картографічної інформації споживачем, аналізом процесів читання карт. Цей підхід являє собою вивчення особливої форми просторового розподілу об'єктів, їх зв'язків і просторової структури. Він характеризується наявністю просторових відмінностей і відповідною локалізацією об'єктів, яка може бути передана за допомогою тієї або іншої системи координат. Ця властивість притаманна лише картографічній інформації. Інформація, яка не може бути просторово локалізована, не є картографічною.

Оціночний підхід – застосування інформаційних мір для оцінки якості карт, їх повноти, насиченості знаками, можливості читання та ін.

Формалізований підхід – визначення обсягу картографічної інформації як навантаження карти штриховими, кольоровими, цифровими та іншими елементами, що може бути корисним для підрахування обсягу інформації, яка вводиться в пам'ять ЕОМ. Цей підхід знаходить застосування при цифруванні карт і формуванні банків даних.

Дослідницький підхід – застосування інформаційних функцій для характеристики однорідності (дисперсності, складності) об'єкта картографування, для встановлення ступеня взаємної відповідності явищ, зображених на кількох картах.

При різних підходах до розуміння картографічної інформації це поняття трактується й оцінюється з різних позицій. Отже, під картографічною інформацією розуміють:

- дані, закладені в карту укладачем;
- відомості, одержувані по карті читачем;
- сукупність графічних елементів або умовних позначень.

В картографічному моделюванні існує поняття «*інформаційна ємність карт*». Мається на увазі їх навантаження загалом, щільність знаків на одиницю площі карти, можливість отримання точних і сучасних відомостей про будь-який об'єкт, а іноді навіть потенційну інформативність. Картографічна інформація може відображатися опосередковано, з використанням картографічних умовних позначень, представлених за допомогою кодованих електричних, оптичних та інших сигналів на будь-якому машинному носії.

Неодмінною умовою одержання картографічної інформації з усіх видів носіїв є її *візуалізація*. Вона необхідна, тому що поряд з такими видами носіїв картографічної інформації, як папір, плівка, фотоплівка, люмінесцентний екран, мають місце і такі носії, як магнітний диск, оптичний диск, магнітна стрічка, магнітна карта, дискета, перфострічка і перфокарта. ***Головна відмінність карти від інших видів інформації в її образності***, яка розуміється як гносеологічна категорія в системі "людина - карта".

Поняття *картографічного образу* як просторової знакової композиції введено О.М. Берлянтом (1979), який показав значення цього поняття для тлумачення сутності картографічної інформації. При цьому картографічна інформація розуміється як продукт динамічного творчого процесу, зумовленого нашими знаннями про об'єкти й методи картографування; це те, що дозволяє нам створювати і використовувати карти на рівні сучасних потреб науки і практики.

При геоінформаційному картографуванні – автоматичному картографічному моделюванні на базі ГІС – використовують два види картографічної інформації: *аналогову і цифрову*.

Аналогова картографічна інформація – це картографічна інформація, подана в графічному або текстовому вигляді на одному з її носіїв.

Цифрова картографічна інформація – це картографічна, метрична, семантична й синтаксична інформація, представлена в цифровій формі на фізичному носії або в оперативній пам'яті ЕОМ. Виділяють базову (первинну) і похідну цифрову картографічну інформацію (ЦКІ), одержувану в результаті обробки базової. Цифровій картографічній інформації притаманна своя структура. Під **структурою цифрової картографічної інформації (ЦКІ)** розуміють сукупність упорядкованих і стійких зв'язків об'єктів та їх класів у системі організації масивів ЦКІ, створеної за визначеними логічними правилами.

Основа бази даних складають **цифрові моделі (ЦМ)** – сукупності цифрових значень (висоти рельєфу, картометричні або морфометричні показники, статистичні характеристики, тематичні дані та ін.) з точною вказівкою їх просторових координат, як правило, у прямокутній системі. Топографічні і тематичні карти – основне джерело даних створення ЦМ.

За розташуванням точок фіксації даних розрізняють кілька видів цифрових моделей (ЦМ):

1) ЦМ із регулярним розташуванням точок по квадратній, прямокутній або гексагональній мережах;

2) ЦМ, значення яких віднесені до елементарних природних або штучних ареалів (басейнів річок, таксономічних одиниць ландшафтно-основи, адміністративних районів і т.п.);

3) ЦМ, одержані шляхом сканування картографічного зображення і фіксації точок перетину ліній сканування з об'єктами, які цифруються (ізолініями, межами, шляховою мережею та ін.);

4) ЦМ, одержані в результаті простежування ліній, ізоліній, меж із рівномірним кроком за відстанню або часом простежування;

5) ЦМ із нерегулярним ("випадковим") розташуванням точок (пикети, свердловини, місця взяття проб і т. п.).

Критерієм якості цифрових моделей є точність зняття з карти цифрових значень, їх щільність і спосіб розташування,

адекватність відновлення вихідного картографічного зображення. З урахуванням цього критерію найбільш вигідні ЦМ 4-го типу, одержані за допомогою простежування, або регулярні ЦМ 1-го типу з малим кроком мережі.

Нині нагромаджено значний досвід створення топографічних ЦМ, що відображають усю сукупність інформації щодо місцевості, яку можна одержати із топографічних карт. Як підсистеми в топографічні ЦМ входять цифрові моделі рельєфу (ЦМР) і цифрові моделі ситуацій (ЦМС), які містять інформацію щодо шляхової мережі, комунікацій, угідь і т.п. До змісту топографічної цифрової картографічної інформації (ЦКІ) входить цифрова інформація щодо елементів планової і висотної основи, рельєфу місцевості, гідрографії і гідрографічних споруд, населених пунктів і окремих будов, промислових, сільськогосподарських і соціально-культурних об'єктів, шляхової мережі і шляхових споруд, рослинного покриву і ґрунтів, меж і окремих природних явищ.

Під **цифровою моделлю рельєфу (ЦМР)** розуміється вся сукупність координатної інформації щодо нерівностей земної поверхні, за допомогою якої можна креслити горизонталі, будувати профілі, викопувати різні розрахунки..

Цифрова модель місцевості (ЦММ) – це модель земної поверхні або її елементів (об'єктів, явищ), їх суттєвих ознак і взаємозв'язків, які підлягають відображенню на карті. Вона подана в цифровій формі у визначеній системі координат і не прив'язана до конкретної системи картографічних умовних знаків. Цифрова модель місцевості містить просторові координати множини точок і елементів земної поверхні, об'єднаних в єдину систему за визначеними математичними законами і вимогами картографії. Наявність ЦММ дозволяє автоматизувати ряд картографічних робіт: укладання карт у різних масштабах, їх поновлення, видання.

Цифрова топографічна карта (ЦТК) – цифрова модель місцевості, записана на машинному носії в установленій структурі і кодах, у прийнятій проекції, розграфці, системі координат і висот, які за точністю і змістом відповідають карті визначеного масштабу.

За своїм характером інформація цифрової карти місцевості (ЦКМ) підрозділяється на *метричну* (інформація щодо положення об'єктів) і *семантичну* (інформація щодо характеристик об'єктів). У залежності від характеру об'єкта (об'єкти точкові, лінійні і площинні) метрична інформація щодо об'єкта записується парою координат (для точкових об'єктів) або набором пар координат точок, що описують лінію або контур (для лінійних або площинних об'єктів). Семантична інформація щодо об'єкта включає код об'єкта і значення характеристик, що його описують.

Виділяють також *цифрові тематичні моделі* – логічні структури, які містять *геометричну, картометричну і статистичну інформацію про об'єкти тематичного картографування і системи кодування, а також опису їх якісних характеристик*. Важливою підсистемою цифрової тематичної моделі є цифрові картометричні моделі, на основі яких виконують аналітичні перетворення і розробляють багато похідних карт.

На картах присутні такі *види* картографічної інформації:

- 1) геометрична і позиційна інформація;
- 2) геометрична інформація описового характеру;
- 3) якісна інформація, яка міститься в умовних позначеннях;
- 4) топонімічна інформація;
- 5) інформація щодо відношень між об'єктами (відстань, суміжність, вплив, взаємодія, пропорційність і т.п.);
- 6) власне тематична інформація.

Цифрове середовище існування карт і картографічних зображень сформувало поняття "*віртуальних*" карт, поряд з "*візуальними*" традиційним зображенням або відеоекранними варіантами цифрових карт. До *віртуальних* віднесені картографічні зображення на екрані електронно-променевої трубки (1-й тип), картографічні дані на оптичних дисках, записані лазером (2-й тип), картографічні цифрові дані на магнітних стрічках або дисках (3-й тип).

Основна властивість віртуальних карт (швидкість їх генерування і перетворення) здатна забезпечити відображення

просторово-часової динаміки явищ і процесів у реальному масштабі часу.

Якщо розглядати картографічну інформацію як своєрідний канал зв'язку, то можна побачити, що система для передачі повідомлень і системи для зберігання і пошуку інформації мають загальну властивість – *адресність*. При передачі повідомлень і запису картографічної інформації повинні бути точно відомі просторові координати (адреса) або місцеположення об'єкта.

Рух інформації у вигляді циклу "знання – інформація – нові знання" приводить до створення *вторинної інформації*, яка називається *модельною*. Модельна (прихована) картографічна інформація визначається за допомогою прийомів аналізу і синтезу, обробки вихідної інформації різними математичними і нематематичними методами.

Кількісні ознаки інформації – це її різноманітність. При оцінці інформації виходять із кількості різноманітності елементів зображення карти (як елементів множини). Під різноманітністю розуміється відмінність елементів множини. З цієї точки зору інформація існує там, де є різноманітність, відмінність.

З розвитком ГІС з'явилася можливість зберігати в пам'яті ЕОМ просторову (графічну) інформацію для створення за запитом будь-якого елементарного картографічного шару, синтезувати з елементарних шарів карти будь-якої складності. Це створює передумови для широкого використання накопиченої картографічної інформації для розробки принципово нових за змістом карт виключно засобами ГІС. *Аерофотознімальна інформація* – це інформація у вигляді зменшеного фотозображення об'єктів, яка одержана за допомогою дистанційних та інших засобів.

Особливого значення в проблемі створення автоматизованих геоінформаційних систем набула космічна інформація. Космічна інформація включає знімки в усіх діапазонах спектра електромагнітних хвиль. Багатозональне фотознімання, виконане в кількох спектральних діапазонах, дозволяє цілеспрямовано синтезувати кольорове зображення й використовувати при дешифруванні спектральний образ об'єктів

знімання, що особливо важливо для дослідження ландшафтів і ґрунтово-рослинного покриву. Космічна інформація може бути представлена у вигляді фотознімків, графіків, цифрового запису на різних носіях. Вона в поєднанні з іншими різновидами інформації дає нову модельну інформацію в процесі пізнання нашої планети.

Впровадження аерокосмічного знімання докорінно змінює традиційні способи укладання карт, оскільки інформація на карті відображається безпосередньо з аерокосмічних знімків і цифрових даних, одержуваних дистанційно. Аерокосмічні знімки забезпечують оперативність одержання геоінформації, охоплення великих територій, одночасну передачу багатьох її фізичних властивостей за допомогою різних способів знімання.

Процесу геоінформаційного картографування передують створення інформаційних фондів, де інформація збирається (зберігається), як у графічному, так і цифровому вигляді. На підготовчому етапі геоінформаційного моделювання вивчається структура системи організації геоінформації: організації, що продукують інформацію і документи представлення. В ГІС при автоматизованому картографічному моделюванні доводиться мати справу насамперед з картографічними, аерокосмічними і статистичними матеріалами.

Аналізуються традиційні інформаційні системи: Держкомстату, окремих міністерств і відомств, карти (топографічні і тематичні), аерокосмічні матеріали. Такий аналіз дозволяє підійти до формування змістовної частини ГІС з точки зору наявності інформації, яка систематично поновлюється. При аналізі карт як джерел інформації слід використати *такі два підходи*:

- *Перший* – слід оцінити карту, як можливу карту-основу: загально-географічної і спеціальної, придатної для кодування нової (поновленої), додаткової (або головної, спеціальної) інформації;
- *Другий підхід* націлений на тематичний зміст карти, що аналізується.

Результати аналізу змісту існуючих карт повинні систематизуватися в таблицях, де зазначається регіон, дата, якій

відповідає модель об'єкта, дата створення карти, тема карти, система об'єктів, на ній зображених, системи показників, що характеризують об'єкти, система способів і прийомів відображення показників. Бажано дати висновки щодо змісту кожної конкретної карти (системна упорядкованість змісту легенди, відсутні елементи), рекомендації по використанню карти для введення картографічної інформації у ГІС. Наприклад: необхідно цифрувати такі-то і такі-то елементи змісту карти; карта може служити моделлю-зразком при геоінформаційному картографуванні для створення аналогічних за змістом карт.

Аерокосмічні матеріали також слід проаналізувати з точки зору елементів портретної моделі регіону, які також вводяться в змістову частину ГІС для поновлення географічної ситуації, як загальної (дороги, населені пункти, заліснені території і т.п.), так і спеціальної.

Перетворення в цифрову форму топографічних карт і створення банків цифрових карт дозволить автоматизувати поновлення цифрового фонду карт з використанням матеріалів космічного фотографування і в такий спосіб підвищити актуальність і достовірність картографічної інформації. Наявність цифрового фонду інформації дозволяє автоматизувати процеси створення тематичних і спеціальних карт для ведення кадастрів різного призначення. Важливо, щоб роботи по створенню цифрових карт проводилися в єдиній системі класифікації і кодування, в єдиній структурі даних.

Поряд із картографічними джерелами збирають і статистичні дані. До них відносять статистичні дані на машинних носіях, таблиці, різні довідники (по клімату, ґрунтах та ін., матеріали з перепису населення, довідники з адміністративно-територіального поділу).

Запитання та завдання для самоконтролю:

1. Розкрийте зміст поняття про геоінформатику та її сучасне використання в картографічному моделюванні.
2. Охарактеризуйте ГІС як засіб інтеграції наук при географічних дослідженнях.

3. Дайте визначення поняттю «бази картографічних даних». Вкажіть основні вимоги до цих баз даних.
4. Охарактеризуйте головні аспекти взаємодії картографії та геоінформатики.
5. Поясніть основні особливості геоінформаційного картографування.
6. Розкрийте сутність, специфіку та охарактеризуйте види геоінформації, зокрема й картографічну геоінформацію.
7. Поясніть зміст поняття «цифрова картографічна інформація». Охарактеризуйте структуру та види цифрової картографічної інформації.
8. Розкрийте зміст поняття «цифрова картографічна модель рельєфу», «цифрова картографічна модель місцевості», «цифрова тематична модель».

7. АВТОМАТИЗОВАНІ КАРТОГРАФІЧНІ СИСТЕМИ. КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ІНТЕРАКТИВНОМУ РЕЖИМІ.

Поняття про автоматизовані картографічні системи та банки картографічних даних.

Основні технічні засоби баз картографічних даних. Формування баз даних. Загальні вимоги до організації і функціонування баз даних.

Специфіка картографічного моделювання в інтерактивному режимі.

Поняття про автоматизовані картографічні системи та банки картографічних даних

Концептуальна модель геоінформаційного картографування базується на автоматизації, на географічних інформаційних системах, базах картографічних і аерокосмічних даних, картографічних базах знань, на принципах моделювання (математичного, імітаційного, картографічного, математико-картографічного).

Усі теоретичні і практичні аспекти проблеми геоінформаційного картографування зводяться до одного – до створення автоматизованої картографічної системи (АКС), яка функціонує на основі «банків» даних.

Проблемно-орієнтовані банки географічних даних, призначені для потреб картографії, відомі як банки картографічних даних (БКД). Вони є нині ефективним засобом оптимального нагромадження геоінформації з урахуванням її поновлення й поповнення, оперативної обробки даних і видачі споживачеві документів в установленій формі. Організація БКД як передумова геоінформаційного картографування закономірно розглядається як одна зі стадій проектування карт, яка полягає у: зборі, систематизації і попередній обробці інформації (для зведення її в єдину систему), надання їй у форми зручної для використання при створенні оригіналів нових карт.

Під *банком картографічних даних* у широкому трактуванні розуміють комплекс інформаційних,

математичних, програмних, мовних, організаційних і технічних засобів централізованого нагромадження, зберігання, обробки й використання цифрової інформації щодо об'єктів картографування.

Ядром БКД є інформаційний комплекс просторово- і часово-координованих баз картографічних та аерокосмічних даних, а також систем управління ними.

Картографічні банки даних, як правило, орієнтуються на одну з предметних галузей. При геоінформаційному картографуванні в БКД зберігають геоінформацію. З метою системного тематичного картографування створюються БКД, що зберігають картографічну інформацію по тій тематиці, яка є предметною галуззю, заради якої створюється цей банк. Банки картографічних даних класифікують за територіальними ознаками, призначенням і рівнем організації.

При геоінформаційному картографуванні банки даних орієнтуються на загальне або галузеве картографування, відображення результатів інвентаризації природних ресурсів, кадастру земель, дослідження населення, господарства, охорони навколишнього середовища. Центральне місце серед усіх БКД займають банки, які створюються з метою великомасштабного топографічного і дрібномасштабного загальногеографічного картографування. Інформація в банку картографічних даних подається у вигляді цифрових моделей (карт).

Основні технічні засоби баз картографічних даних. Формування баз даних.

Банк картографічних даних включає: інформаційне, програмне, мовне забезпечення і технічні засоби.

Основою банку картографічних даних складає *інформаційне забезпечення*. Воно включає: бази даних (БД), архів, систему класифікації, кодування занесених об'єктів та їх характеристик.

Програмне забезпечення БКД представлено операційною системою (ОС), системою управління базами даних (СУБД) і базовим програмним забезпеченням. У *мовне забезпечення*

входить: інформаційно-пошукова мова (І П М), мова обробки даних (МОД), графічна мова, мова машинного діалогу.

Окрім інформаційного, програмного і мовного забезпечення, одним з основних компонентів БКД є *технічні засоби*. Вони представлені в банку ЕОМ: пристроями інтерактивної обробки, пристроями відображення, пристроями введення-виведення.

Найважливішою частиною БКД є *база даних*, під якою розуміють: *сукупність даних, які максимально точно відображають стан сукупності географічних об'єктів, їх властивостей і відношень. База даних є цифровою інформаційною моделлю об'єкта досліджень, яка зберігається в зовнішній пам'яті ЕОМ.*

База даних як наукове поняття характеризується двома основними аспектами – інформаційним і маніпуляційним (Мартиненко, 1988).

Перший аспект відображає структуру даних, придатну для забезпечення інформаційних потреб у певній галузі. З кожною предметною галуззю асоціюється сукупність інформаційних об'єктів, зв'язків між ними, а також завдань їх обробки.

Другий аспект стосується змісту дій (маніпуляцій) над структурними елементами бази даних, за допомогою яких здійснюється вибірка з них різних компонентів, додання нових, усунення й поновлення застарілих компонентів даних, а також їх перетворення.

Невід'ємним компонентом будь-якого банку картографічних даних, поряд із програмним і технічним забезпеченням, є його інформаційне забезпечення. Під інформаційною базою картографічних даних розуміють сукупність у певний організованих масивів цифрової картографічної інформації, що відображають стан об'єкта картографування або множини об'єктів, їх властивості і взаємовідношення, а також сукупність програмних засобів, що забезпечують доступ до інформації, її введення, зберігання і видання.

Вся картографічна інформація, що зберігається в базі даних, подана у вигляді визначеної структури даних. Під

поданням даних розуміють опис даних і зв'язків між ними. Цей опис реалізується на двох рівнях – логічної і фізичної організації даних.

Логічна структура даних утворюється відношеннями, що існують у сукупності даних і між ними. Вона являє собою сукупність логічних записів, які описують окремі властивості об'єктів у цілому або класів об'єктів і їх взаємозв'язки. Логічна організація бази даних *дозволяє користувачу банку* (редактору, укладачу) *встановити такі відомості*: яка інформація щодо об'єктів картографування міститься в банку даних, які її кількісні і якісні характеристики, якими способами ця інформація формально описана, які просторово-часові зв'язки між географічними об'єктами враховані в банку даних.

Фізична структура даних відповідає відношенням, які існують в організації запису даних на запам'ятовуючих пристроях ЕОМ, фізичний опис даних створюється і використовується насамперед розробниками систем управління базами даних. Зі зберіганням і обробкою інформації на фізичному носії пов'язане таке поняття, як *формат даних*.

Ядром будь-якої бази даних є її модель. Вона відіграє принципову роль при розробці конкретних прикладних завдань, зорієнтованих на конкретну базу даних. *Розрізняють три основних підходи до вибору моделей даних*: ієрархічний, мережевий, реляційний.

У разі ієрархічного або мережевого підходів дані мають структуру, що можна зобразити у вигляді графів. При ієрархічному підході задається деревоподібна структура, тобто кожний об'єкт підпорядкований якомусь іншому і в свою чергу підпорядковує собі кілька інших об'єктів. Ієрархічна модель являє собою деревоподібний граф, вузли якого є об'єктами, а гілки – взаємозв'язками.

Ієрархічний підхід до організації баз даних задається деревоподібною структурою (ієрархією елементів з попарними зв'язками). Ієрархічна структура політико-адміністративного поділу України показана на рис. 14. Кількість відгалужень у кожному вузлі графа дорівнює кількості політико-адміністративних одиниць, що входять в одиницю вищого ієрархічного рівня.

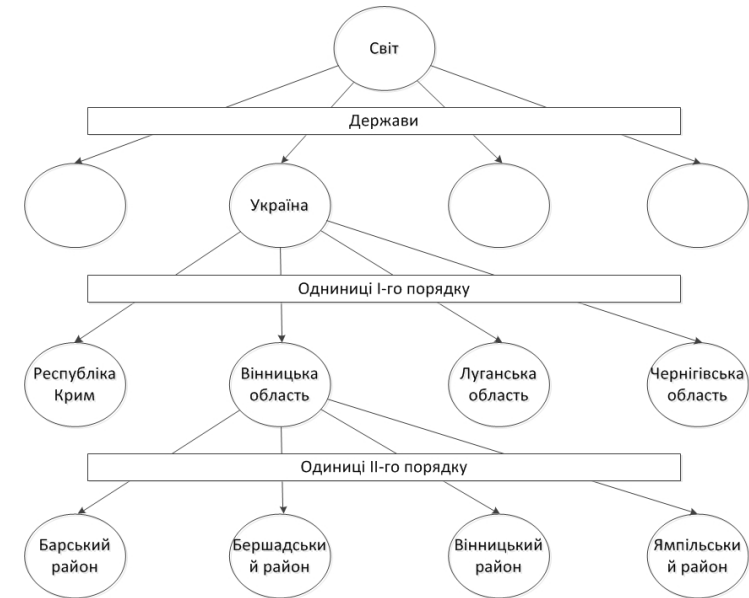


Рис. 14. Граф подання упорядкованого масиву політико-адміністративних одиниць

До основних недоліків ієрархічної моделі відносять її складність і важку реалізацію взаємозв'язків між об'єктами і явищами. Однак моделі цього виду мають добре адаптовані СУБД і наочно відображають структуру системи.

При *мережевій структурі* будь-який елемент може бути зв'язаний із будь-яким іншим елементом. Кожний об'єкт у мережевій моделі характеризується сукупністю записів, які можуть містити один або кілька атрибутів. На першому, найвищому, рівні мережева структура забезпечує зв'язки між усіма класами об'єктів. При переході на більш детальний рівень (до родів об'єктів) кожен зв'язок подається новим набором асоціативних зв'язків, наприклад, зв'язки населених пунктів і шляхів сполучення (рис. 15). При переході до характеристик об'єктів утворюється складна мережева структура через те, що кожний вузол первісного графа подається своїм власним графом (рис. 16).

Основний недолік мережевої структури – її складність і важка орієнтація в ній. Однак моделі даного виду детально й наочно передають взаємозв'язки між об'єктами (явищами) досліджуваної системи.

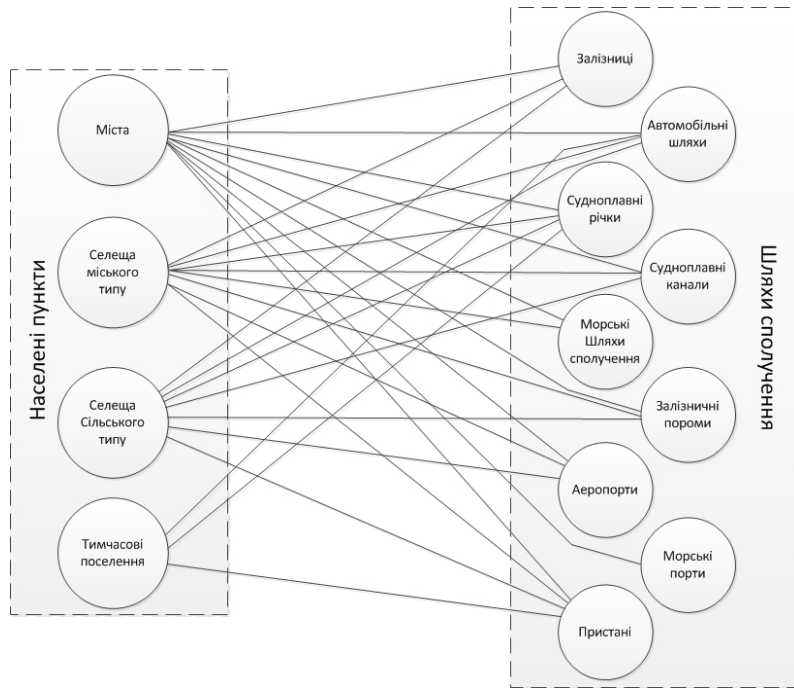


Рис. 15. Граф "населені пункти – шляхи сполучення" мережевої структури банку картографічних даних

При *реляційному підході* дані подаються у вигляді двовимірних таблиць «властивостей і відношень», які можуть бути побудовані таким способом, щоб збереглася інформація щодо зв'язків між елементами даних.

З практичного погляду перевага реляційної моделі полягає в такому. *По-перше*, вона легко реалізується на будь-яких ЕОМ завдяки тому, що дані зображуються в матричній формі. *По-друге*, переважна більшість даних для тематичної картографії подається у вигляді двовимірних таблиць, поєднаних з картографічною

основою (включаючи й дистанційні дані з космосу) (С.М.Сербенюк, 1990).

Ні одна з моделей не є універсальною для всього різноманіття реального світу. *Модель побудови БКД* повинна визначатися цілями й завданнями і бути, наскільки це можливо, простою.

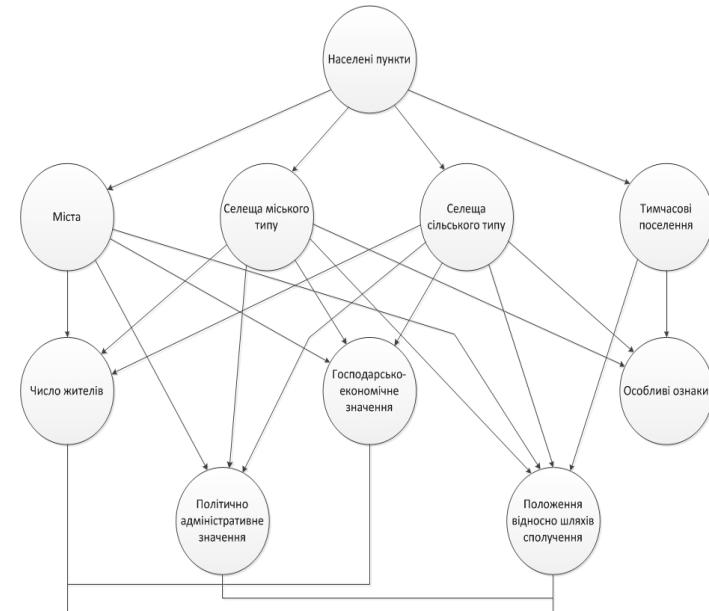


Рис. 16. Граф вузла "населені пункти"

Загальні вимоги до організації і функціонування баз даних

Центральна проблема створення будь-якого банку картографічних даних – це *організація конкретних баз даних*.

Загальні вимоги до організації і функціонування баз даних такі:

- створення словника даних, що визначає всі їх основні елементи;
- багатощільове і багаторазове використання даних для виконання різних наукових і практичних завдань;
- можливість обробки оперативної інформації без створення спеціальних прикладних програм;
- незалежність прикладних програм від змін змісту бази даних.

Для достовірного й повного подання дійсності, яка картографується, *геоінформаційна система (банк даних)* повинна оперувати не тільки даними або інформацією, але й *знаннями*. На відміну від баз картографічних даних, що є головними компонентами банку даних, у базі знань повинні міститися також концептуальні поняття, передані природною мовою в термінах картографії, географії та інших наук про Землю. У базі знань формуються правила, висновки і знання щодо організації даних у системі та правила маніпулювання ними. *Однак слід зазначити, що будь-якій автоматичній обробці повинно передувати розуміння явища*. Отже, створенню бази знань повинні передувати теоретичні дослідження в галузі вивчення (аналізу і синтезу) конкретної геоінформації і механізму її обробки, включаючи творчі операції, такі як генералізація об'єктів.

При впровадженні автоматизації важливим чинником, що впливає на наступні процеси, є **формат даних**, тобто *форма структурної організації цифрових даних на фізичному носії, що визначає їх записи*.

Зазвичай застосовуються *лінійний (векторний) і растровий формати* цифрових даних. Лінійний (векторний) використовується для запису даних у процесі дослідження лінійних елементів карти, растровий – для запису даних при скануванні карт.

Банк даних – це геоінформаційна система, або/чи інакше – це комплекс баз даних, певним чином організованих в середовищі автоматизованих систем, оснащених спеціальними прикладними програмами та програмами управління цими системами для вирішення цільових завдань.

Для функціонування баз картографічних даних і геоінформаційного картографування великі перспективи відкриває можливість спілкування з ЕОМ на рівні діалогової картографічної мови на основі систем картографічних знаків або образів. Будь-яка концептуальна модель картографічних даних характеризується атрибутами двох типів: *метричними і семантичними*. *Метричні атрибути* описують положення оцифрованих елементів, а також їх форму, розміри, орієнтацію. Крім того, метричні атрибути включають такі поняття, як складність, сусідство, пересіченість і т.д., які у сукупності характеризують топологічні зв'язки.

До *семантичних атрибутів* належать ключі й коди для класифікації та розпізнавання об'єктів. Наприклад, для населеного пункту – назва або адміністративно-політичний ранг. Узагалі *всю тематичну інформацію*, що характеризує елементи картографування, *відносять до семантичних атрибутів*. Семантична й метрична інформація знаходиться у функціональному зв'язку.

Основними структурними одиницями, що визначають предметні галузі, є об'єкти геоінформаційного картографування. *Об'єкт характеризується набором показників, які називаються атрибутами (або елементами) даних*. Елемент даних у свою чергу має конкретне значення – кількісне або якісне.

Як відомо, картографічна інформація *відповідно до її просторової локалізації* класифікується на: площинну, лінійну, точкову.

Метричними атрибутами даних є такі елементи:

- *точки* – первинні елементи з координатами x, y ;
- *пряма*, що з'єднує дві точки, яка називається відрізком;
- *сегмент* – послідовність з'єднаних відрізків, що починаються й закінчуються у вузлових точках;
- *полігон* – послідовність сегментів, що при обході утворюють замкнутий контур.

Означені атрибути цілком описують весь набір картографічних даних – площинні, лінійні й точкові об'єкти.

Прикладом *структурної організації географічних даних* може бути ГІС розроблена Британською фірмою «Kogk», у

функцію якої входить також автоматизоване картографічне моделювання. Геоінформаційна система створена як географічна інформаційно-управлінська система (ГІУС). Дані до неї вводяться прямою дигіталізацією або скануванням за допомогою завантаження масиву із зарубіжних баз даних або прямим уведенням даних через клавішний пульт.

Міжнародним інститутом по аерокосмічному зніманню і науках про Землю в Нідерландах розроблена геоінформаційна система ILWIS, призначена для регіонального планування, проектування, впровадження й випробовування автоматизованої інформаційної системи з метою управління басейном річки, а також створення і впровадження національної та регіональних ГІС країн, що розвиваються. Однією з основних функцій системи є збір даних, куди входить також дешифрування космічних знімків, великий обсяг польових спостережень і підтримка всіх існуючих джерел даних. Перевага віддається поданню об'єктів (точка, лінія, площа) в растровому форматі, а для різних типів об'єктів – перехід від векторного зображення до растрового.

Аналіз і обробка в системі ILWIS здійснюється безпосередньо в атрибутивних і графічних базах даних. При аналізі даних застосовується накладення карт, повторна класифікація, наближений аналіз, картографічне моделювання. Ці методи можна поєднувати з іншими методами імітаційного або статистичного моделювання. Схема системи ILWIS показана на рис. 17.

З метою удосконалення системи ILWIS у найближчому майбутньому плануються такі зміни:

1) систематичний контроль і аналіз векторної й атрибутивної баз даних, що приведе до створення системи управління об'єктно-орієнтованими даними;

2) підвищення інтеграції різних баз даних з урахуванням словесних даних для зберігання інформації; "віртуальних" даних, одержаних з вибірок і комбінацій реальних серій даних;

3) використання стандартів на точність і подання даних, видача картографічної продукції.

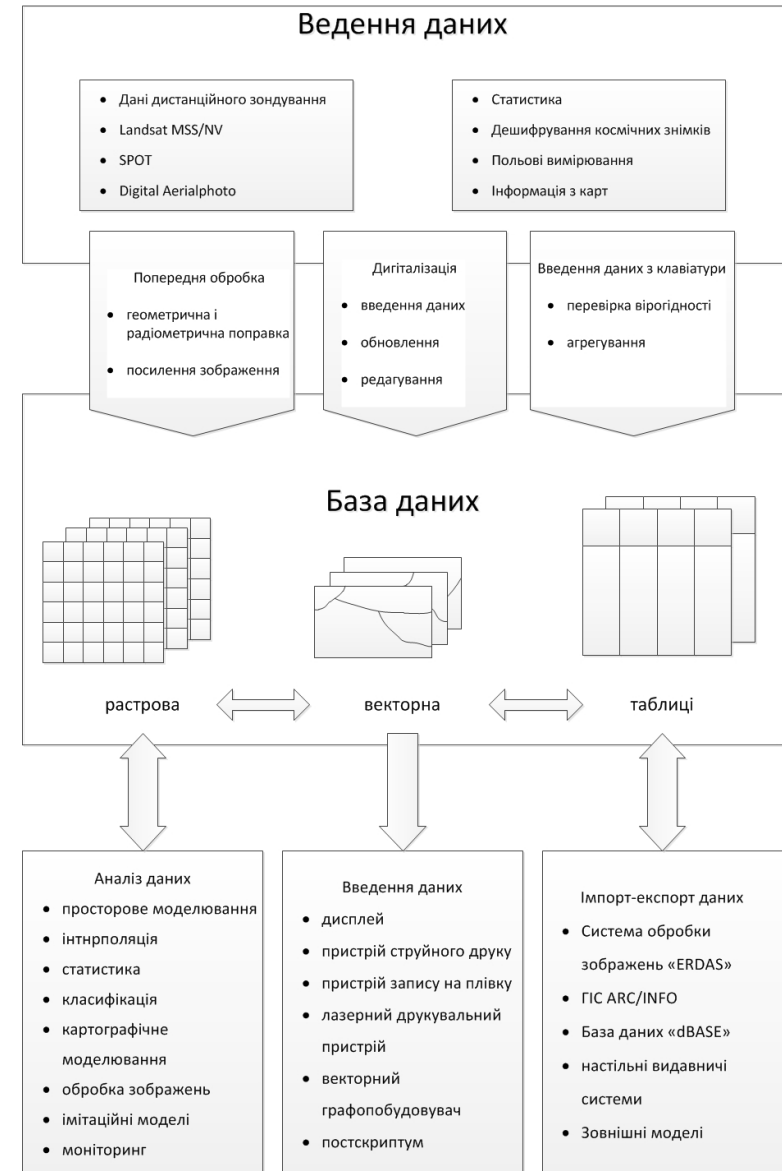


Рис. 17. Структура системи ILWIS

Геоінформаційне картографування і проблеми створення БКД для його здійснення органічно пов'язані із застосуванням у картографії інформаційного й космічного методів, які мають загальнонаукове значення. Дуже велику роль для картографування географічної оболонки Землі відіграє інформація, що доставляється космічною технікою. З'явилися нові способи створення карт і нові види карт як результат інтерпретації даних дистанційного зондування Землі.

Космічна інформація може бути подана у вигляді: а) фотознімків, б) графіків, в) цифрового запису на різних носіях. Ефективність її використання підвищується при комплексному геоінформаційному картографуванні територій, яке узагальнює результати досліджень їх стану, динаміки і можливості господарського використання

Можливість одержання вихідної інформації із супутників, з охопленням будь-яких територій, створює умови для укладання карт різних масштабів. Певне місце при цьому займає аналіз ретроспективних, динамічних характеристик, який використовує для кількісних значень серії оперативних різночасових карт, що укладені по дистанційних знімках. Особливо цінні карти з оперативною інформацією щодо стану сільськогосподарських угідь, сходження сільськогосподарських культур, динаміки екологічного стану території.

Таким чином, однією з головних тенденцій, що визначає перспективи геоінформаційного картографування, є зближення картографічного і аерокосмічного методів, їх інтеграція, та формування в науках про Землю єдиного *картографо-аерокосмічного методу дослідження*.

Завдання обробки даних дистанційного зондування, як правило, потребують додаткових даних різного характеру. Наприклад, для просторової прив'язки необхідно знати геодезичні координати контурних точок, для вирішення завдань розпізнавання – дані щодо тестових ділянок.

Особливу роль для ефективності використання космічної інформації при геоінформаційному картографуванні відіграє картографічна інформація. У вигляді загально-географічних карт, карт рослинності, ґрунтів, рельєфу, гідрометеорологічних

об'єктів, карт районування і диференціації території за комплексом різних показників.

Виходячи з особливостей геоінформаційного картографування – автоматизації, системності, цілеспрямованості, оперативності й багатоваріантності, його концептуальної моделі, яка базується на геоінформації, поданої у ГІС у базах картографічних і аерокосмічних даних, на принципах моделювання, можна дати таке визначення *банків картографічних даних*:

Банк картографічних даних – це геоінформаційний комплекс координованих у просторі й часі баз картографічних та аерокосмічних даних щодо геосистем різної складності і територіального охоплення, що зберігається в пам'яті ЕОМ, оснащений системою управління цими даними відповідними програмами, призначений для автоматизованого створення й використання картографічних творів різного призначення.

Бази картографічних і аерокосмічних даних знаходяться під оперативним контролем *систем управління базами даних (СУБД)*.

Системи управління базами даних – це сукупність мовних і програмних засобів, призначених для створення і спільного використання баз даних багатьма користувачами.

Кожна СУБД підтримує визначені типи баз даних і орієнтується, як правило, на конкретний комплекс технічних засобів. Використання спеціальної системи управління базами даних зумовлене складністю інформаційної структури й необхідністю забезпечення постійної готовності бази даних до видачі, зміни і поновлення інформації.

Пакет математичного забезпечення для банку картографічних даних включає п'ять базових технічних моделей,

які є субсистемами для введення і версифікації даних; нагромадження даних і управління базами даних; виведення і подання даних; трансформації даних; взаємодії з користувачем.

При розробці спеціалізованих баз картографічних даних у ряді систем використовується спрощене подання баз даних і систем управління ними. Усе зводиться до створення й організації записів у файлі або файлах (файлах кількісних даних, файлах взаємозв'язків). Принципова схема функціонування СУБД банку картографічних даних зображена на рис. 18 (Сербенюк, Тікунов, 1984).

Специфіка картографічного моделювання в інтерактивному режимі

У геоінформаційних технологіях можуть використовуватися традиційні форми фіксації інформації (текстова, графічна і фотографічна) щодо географічних об'єктів, явищ і процесів. Передбачається різноманітна видача матеріалу споживачеві: у вигляді роздруківок на папері, таблиць, файлів на машинних носіях, схем і карт. В останньому випадку необхідний оптимальний вибір способів картографічного зображення.

Застосування геоінформаційних технологій нерідко пов'язане з багатоваріантністю, яка проявляється на всіх стадіях моделювання – на етапі його інформаційного забезпечення, переробки інформації і відображення результатів моделювання.

Особливий вид багатоваріантності також пов'язаний із можливостями відображення результатів моделювання різними картографічними способами. Різноманітність способів моделювання дозволяє вибрати остаточний варіант, що якнайкраще передає сутність явищ, наочність зображень, доцільність технології відтворення й розмноження карт. Тут важлива форма подання заключного результату у вигляді традиційних карт на папері, фотокопій, мікрофільмів.

У ході моделювання проміжні результати (карти проміжних стадій моделювання) постійно зіставляються з реальною дійсністю для доповнення й коректування.

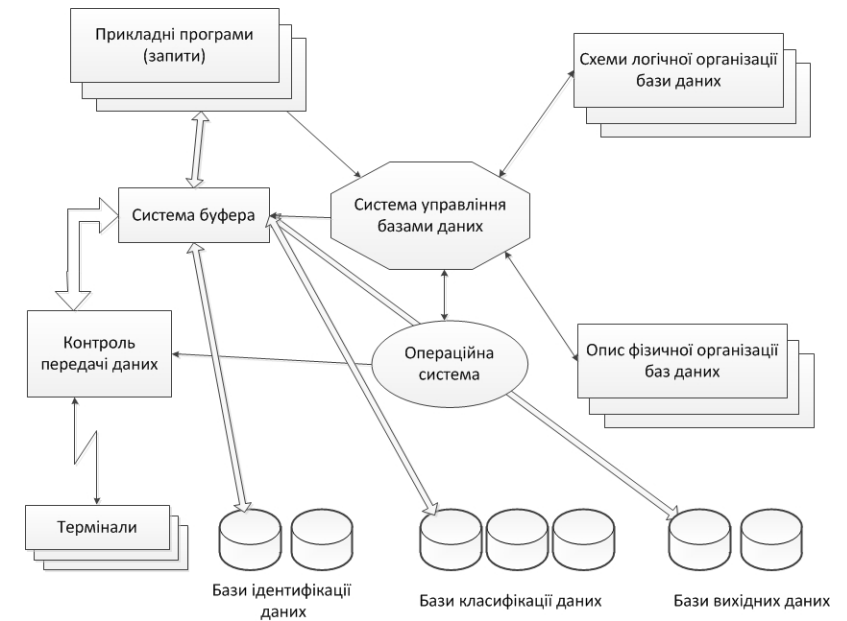


Рис 18. Функціональна блок-схема системи управління базами даних (Сербенюк, Тікунов, 1984)

Головними засобами картографічного моделювання в інтерактивному режимі служать відеоекрани й використання автоматизованих картографічних систем (АКС) Інтерактивний режим розглядається як своєрідний алгоритм оптимізації процесу обробки геоінформації, коли оператор змінює принцип обробки на основі аналізу проміжних даних, прийнятих ним візуально. Виведення для оперативних цілей карт на екран дисплея дозволяє випробувати багато варіантів зміни змісту карт і способів їх оформлення. Але, що особливо привабливо, така методика зручна для показу динаміки явищ. Це можуть бути картографічні фільми, коли одна карта, змінюючи іншу, допомагає з'ясувати суть процесу.

Інтерактивне автоматизоване картографування – це можливість швидкого одержання декількох варіантів карт,

миттєвої трансформації зображення, побудови тривимірних зображень, одержання на ЕОМ фільмів для показу динаміки явищ у просторі й часі. Воно належить до потужних засобів моделювання реальної дійсності, пов'язаних з аналізом структури, вивченням взаємозв'язків і динаміки явищ у просторі і у часі.

Інтерактивні комплекси забезпечують широкі можливості:

- сканування картографічних оригіналів;
- редагування інформації в растровій формі;
- перетворення растрових даних у векторний формат;
- автоматичне розпізнавання умовних знаків;
- візуальний і програмний контроль якості цифрової картографічної інформації.

В інтерактивному режимі діалог з ЕОМ може здійснюватися за допомогою автономного екрана, сполученого з окремою ЕОМ. Діалог з ЕОМ може також вести одночасно група картографів, що дозволяє розбивати програму карти на відносно автономні частини, які піддаються паралельній обробці, а потім синтезуються в єдине ціле. Наприклад, один із картографів-операторів готує картографічну основу з визначеним навантаженням загально-географічних елементів, інший – обробляє тематичну інформацію, третій – займається питаннями оформлення, обробляючи окремі варіанти різних способів картографічного відображення. Реалізується цей діалог при наявності цифрового банку даних і автоматизованої бібліотеки стандартних програм. При цьому зображення будується прямо в пам'яті машини, що дозволяє поєднувати в часі процес побудови карти із записом на накопичувач.

Таким чином, удосконалення засобів обчислювальної техніки й методів обробки цифрової картографічної інформації, а також зростаючі потреби у системах автоматизованого управління привели до створення електронних карт – *нової форми використання цифрової інформації щодо місцевості.*

Під терміном "*електронна карта*" (ЕК) слід розуміти образно-знакову модель місцевості, укладену на екрані графічного дисплея по цифровій інформації, виведеній з банку

картографічних даних або геоінформаційної системи. Їх називають "миттєвими", "віртуальними" картами, тому що їх зміст оперативно висвітлюється або зникає на відеоекрані після того, як необхідність у візуалізації відпадає.

Картографічне відображення об'єктів на відеоекрані різко підвищує можливості передачі динаміки явищ, трансформації зображення, використання багатої гамою кольорів. Електронний метод картографічного відображення об'єктів забезпечує на відеоекрані одночасну візуалізацію 256 кольорів із двотисячною палітрою їх можливих поєднань. Час формування картографічного зображення на відеоекрані, вимірюваний десятими долями хвилини, дозволяє послідовно висвітлювати елементи змісту карти і ділити цей зміст на шари в різних поєднаннях. Моментальне висвітлення картографічного зображення та можливість його оперативного виведення в різному масштабі створює умови для більш глибокого аналізу і синтезу відображеного на відеоекрані об'єкта.

В останні роки чим раз більшого розповсюдження набувають системи з растровими відеоекранами. Особливістю таких систем є наявність растрової відеопам'яті у вигляді матриці розміром 1024 x 1024 точок. Стан растрової відеопам'яті відображається на екрані у вигляді кольорового (півтонового) зображення з кількістю кольорів (тонів) від 8 до 256. Картографічне зображення, одержане з бази даних у векторному форматі, перетворюється програмно в растрову форму, записується у відеопам'ять значеннями, які відповідають визначеним кольорам, і з'являється на відеоекрані. Більшість растрових систем дозволяють висвітити на екран одночасно декілька шарів відеопам'яті. Це найважливіша для графічного редагування й поновлення перевага растрових систем, оскільки з'являється можливість одержати безпосередньо на відеоекрані зображення фрагмента аерокосмічного знімка й суміщене з ним зображення карти. Отже, укладання, редагування та оновлення карт забезпечується взаємодією картографа з комп'ютером у режимі «запит – відповідь».

Якість зображення електронної карти, його адекватність географічним характеристикам місцевості й умовам завдання, яке вирішується залежить від методів відбору об'єктів

картографування. Для використання електронної карти потрібні засоби нагромадження, редагування і систематизації правил, що управляють генералізацією. Автоматизовано прийняті рішення повинні бути зрозумілі користувачу. При реалізації методів і узагальненні об'єктів електронної карти необхідно передбачити створення засобів обліку якісних характеристик, що володіють широким спектром значень і властивостей, а також засобів управління генералізацією, які вимагають від користувача володіння мовами програмування або іншими спеціальними навичками.

Аналіз автоматизованих методів генералізації, проведений Є.І. Халугіним і А.І. Майданичем (1994), показав, що це завдання може бути успішно реалізоване тільки на основі підходів, що використовуються в неформалізованих галузях. Успіхи, досягнуті в теорії штучного інтелекту, зокрема при створенні експертних систем, дозволили скористатися цими системами як найбільш ефективним засобом для автоматизованого укладання електронних карт.

Подальший розвиток нових технологій залежить від рівня стандартизації обміну просторовими даними. Назріла необхідність впровадження національного стандарту цифрових і електронних карт. За кордоном, на даний час, найбільш розповсюджений стандарт DIGEST (Digital Geographic Information Exchange Standard), розроблений спеціалістами з військових і цивільних організацій одинадцяти країн НАТО. Він призначений для обміну цифровою графічною і просторовою (географічною) інформацією між картографічними службами й окремими користувачами, а також для розповсюдження цифрових та електронних карт. Дев'ять країн світу застосовують стандарт DIGEST як національний. Багато фірм (наприклад, "Intergraph") використовують його при розробці ГІС. Дані передаються як у векторній, так і у растровій формі, і підрозділяються на типи: елементи, об'єкти, зв'язки між ними, атрибути, 2D- і 3D-інформація, програмне забезпечення. Технічний опис стандарту займає 600 сторінок.

У нових технологіях застосовуються такі *принципи*: системний підхід як концептуальна основа для створення й застосування ГІС, а також як метод дослідження і проектування

системи картографічних моделей (цифрових і електронних карт) і розробки ефективних комп'ютерних технологій; математико-картографічне моделювання процесів розпізнавання і генералізації картографічного зображення – як спосіб відображення елементів і об'єктів місцевості; растрове введення-виведення картографічної інформації, її обробка й зберігання у векторній формі; керованість просторовими даними; гранично повний збір просторових даних, їх вичерпна аналітико-синтетична обробка і багаторазове використання; розробка систем штучного інтелекту і баз знань на основі моделюючих алгоритмів і програм, що використовують картографічне мислення.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте зміст геоінформаційної концепції картографії.
2. Розкрийте спільні риси між ГІС і картографічною моделлю.
3. Охарактеризуйте особливості геоінформаційного картографування.
4. Наведіть приклади та поясніть зміст різних підходів до трактування поняття «картографічна інформація».
5. Розкрийте зміст поняття «цифрова картографічна інформація».
6. Проаналізуйте види інформації закладеної на карті.
7. Розкрийте зміст поняття «інформаційна база картографічних даних»
8. Поясніть призначення системи управління базами даних.

8. ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА ЙОГО ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ

Головні напрямки загальнонаукового картографічного моделювання системи «суспільство – природа» в Україні.

Проблемне картографування. Концептуальні основи картографічного моделювання природокористування.

Методичні особливості картографічного моделювання природокористування.

Основні напрямки проблемного картографування.

Головні напрямки загальнонаукового картографічного моделювання системи «суспільство – природа» в Україні

Розвиток картографічного моделювання відбувається нині на трьох рівнях одночасно: *загальнонауковому* (природно-компонентному, ландшафтознавчому, господарсько-галузевому, соціально-демографічному тощо), *атласному* (загальнонауковому та прикладному) і *проблемному*. На сьогоднішній день вже виконано значну частину роботи, зокрема:

- Укладено та видано серію стінних комплексних науково-довідкових карт України, підготовлених на єдиній методологічній та науково-методичній основі. Це карти адміністративного поділу, фізико-географічного районування, ландшафтна, геоморфологічна, гіпсометрична, ґрунтів, земельних ресурсів, використання земель, кліматична, корисних копалин, населення, транспорту, загальноекономічна, паливно-енергетичного комплексу, виробничої та невиробничої сфер, промисловості (загальна карта), машинобудування, агропромислового комплексу, екологічної ситуації, охорони природи, історії економіки, історії культури, історії державного устрою.

- Розроблено серію стінних комплексних карт України для школи згідно з новою концепцією шкільної освіти. Карти відображають такі об'єкти: надра, ґрунти, води суші й моря, стан атмосфери (клімат), рослинний та тваринний світ, природні ландшафти, населення, господарство, промисловість, сільське господарство та переробну промисловість, екологічну ситуацію.
- Складено серію навчальних історичних карт так само в масштабі 1:1000000, тобто стінних, де відображені в історичній ретроспективі зміни адміністративно-територіального поділу, історії населення, історії культури, історії економіки.

Основними завданнями сучасної картографії в Україні залишається:

- Створення системи атласів України: комплексного для навчальних цілей; кліматичного (агрокліматичного); геологічного; палеогеографічного; водного господарства; охорони природи Чорного та Азовського морів; медико-географічного; еколого-географічного; історичного; агропромислового комплексу; шкільного; контурних карт; серії карт "Україна з космосу"; туристичного та інших.
- Підготовка серії туристичних карт України для широкого кола споживачів;
- Регулярне складання та поновлення бланкових карт України стінного та атласного (настільного) формату.

Усі ці напрямки картографування стосуються України загалом і, хоча йдеться про картографічне відтворення елементів системи суспільство – природа, глибина відображення, детальність у поданні властивостей та географічних чи генетичних зв'язків буде різною, отже, різними будуть і типи їх картографічних моделей.

Нижчі ієрархічні за територіальним поділом одиниці картографування (адміністративні одиниці різних рівнів) теж мають бути картографічно забезпеченими. Тому перед картографією стоять завдання, які стосуються областей та великих міст, а саме:

1. Для кожної області потрібно створити комплексний науково-довідковий атлас; шкільний краєзнавчий атлас; еколого-географічний атлас; туристський; шкільний атлас контурних карт; серії стінних комплексних карт (адміністративної, економічної, кліматичної, земельних ресурсів, ґрунтів, екологічної, охорони природи, історичної тощо); серії туристських карт; бланкових карт стінного і атласного форматів для розвитку творчої активності широкого кола колективів різних спеціалістів, які бажають створювати необхідні для них карти нової тематики самостійно.

2. Для великих міст доцільне укладання науково-довідкового атласу міста; еколого-географічного; багатоаркушевого великомасштабного стінного плану; шкільного краєзнавчого атласу; атласу мережі торговельно-побутових та інших підприємств; серії туристських карт; бланкових карт; топографічного плану міста тощо.

Виходячи з поданої вище розгалуженої системи складних за змістом картографічних творів (різноманітних атласів, серій карт тощо), слід відмітити доцільність розробки їх попереднього теоретико-методичного обґрунтування. Однією з форм такого обґрунтування є наукова концепція створення кожної з картографічних моделей будь-якої складності (від аналітичної карти до атласу як полікартографічної моделі). В науковій концепції повинні розглядатися підходи до об'єкта картографування як до певної системи матеріальних носіїв інформації, подаватися структура картографічного твору як моделі-аналогу зв'язків реальної системи, що має бути відображена в цьому творі. Як правило, будь-яка наукова концепція є продуктом теоретико-методичних досліджень та практичного досвіду. Крім цього, доцільно розвивати картографічні дослідження не тільки окремих підсистем в системі суспільство-природа (водне господарство, землекористування, АПК та деякі інші дослідження), а й різноманітних проблем нашого суспільства, яке нині інтенсивно трансформується.

Необхідність створення теоретичної та методичної бази в будь-якій сфері проблемного картографування полягає в тому, що **картографічні матеріали, які є результатом досліджень**

певної проблеми, можна розглядати як засіб для наукового обґрунтування найбільш оптимальних варіантів розв'язання конкретної проблеми.

На думку групи вчених (А. М. Молочко, Т. І. Козаченко, Г. О. Пархоменка, та ін.) підготовка методик створення різних картографічних творів – це важливий напрямок наукової роботи в галузі тематичної картографії. Він має особливе значення для сучасного етапу розвитку картографії, тому що перед усією картографією нашої держави *гостро стоїть невідкладне завдання переходу на автоматизовані системи використання та складання карт*. Ще одним невідкладним завданням перед картографами-науковцями є практичне оснащення сучасними технічними системами картографічних досліджень. Зі створенням необхідної технічної бази можна буде виконувати найбільш творчі завдання у картографічних дослідженнях, які базуються на застосуванні методів математичної статистики (кореляційного та факторного аналізу тощо) при перетворенні картографічної інформації з однієї форми її втілення в найбільш інтегровану.

Поруч із завданнями вдосконалення наукової теоретико-методичної основи розробки тематичних карт слід приділити значну увагу *створенню методик використання різноманітних карт за тематикою та рівнем їх складності у різних сферах діяльності* (навчальній, проектувально-планувальній, різних галузях господарської практики). Справа в тому, що науковцями помічено поворот до спрощеного подання матеріалів у картографічній формі на догоду користувачеві. Ця тенденція працює не на користь розвитку картографічної науки. *Продумані й чіткі методики використання карт слугуватимуть підвищенню рівня сприйняття закладеної в карту інформації користувачем цієї карти* (споживачем картографічного продукту).

Проблемне картографування. Концептуальні основи картографічного моделювання природокористування

Проблемне картографування – це вивчення та картографічне відображення проблем, які виникають у взаємодії суспільства та природи. Методологія системного картографування становить основу кожного напрямку проблемного картографування.

В цій методології важливу роль відіграють передкартографічні дослідження. На початковому етапі, етапі передкартографічних досліджень, визначаються *цілі, завдання і засоби картографічних досліджень* та моделювання. **Головною метою** цього етапу **є визначення сутності проблем, які підлягають вивченню, та розгляд об'єктів, взаємодія яких є джерелом виникнення або загострення проблем.** За допомогою створення структурно-графічних моделей системи суспільство – природа можна відобразити об'єкти, які взаємодіють, наслідки цієї взаємодії, вплив інших елементів на взаємодіючі об'єкти та визначити сутність проблем.

Проблемно-орієнтована система карт є *засобом та основним результатом досліджень.* В такій системі великої ваги набуває тема кожної карти. У **темі карти повинно бути:**

- закладено, зазначено або передбачено наукову проблему в дослідженні об'єкта;
- названий сам об'єкт (чи їх система, зв'язки в ній, характер зв'язків);
- методологія дослідження та концепція його відображення;
- додаткові характеристики об'єкта (його властивості, що визначаються різними ознаками, кількісна чи якісна часова його визначеність).

Якщо ці положення врахувати при формулюванні теми кожної карти, то можна забезпечити **системний підхід до картографічного етапу моделювання** – до визначення

тематики карт, упорядкованої до рівня відповідності системі-оригіналу. Оскільки наукова методологія картографії це система методів картографічних досліджень проблем та об'єктів, а також відображення їх результатів у системі карт, то зазначені в темі карти класифікаційні ознаки переплітаються з іншими, які також визначають тип карти.

В будь-якій проблемно-орієнтованій системі карт, ядром є карта проблем регіональних комплексів або карта районування за комплексом проблем. Для її розробки потрібно витримати певні теоретичні та методичні принципи.

Теоретичні принципи полягають в тому, що для забезпечення системного картографування проблем регіональних комплексів потрібно розглянути дуже конкретну підсистему взаємодіючих об'єктів у межах системи суспільство – природа, створити чи використати наявну структурно-графічну модель чинників, які зумовлюють виникнення різних модифікацій проблем, упорядкувати поняття кожної з проблем, щоб розробити їх класифікацію, із загальнотеоретичної класифікації відібрати типи проблем, характерні для території, що підлягає картографуванню.

Методичні принципи стосуються безпосередньо етапу створення моделі регіональних комплексів проблем:

- *спочатку* для проблем, відібраних відповідно до ознак території, розробляється система позначень;
- *далі* у відповідності до аспекту розгляду проблем підбирається базова карта районування – фізико-географічного (якщо розглядаються проблеми стосовно стану природи), природно-господарського економічного (якщо проблеми стосуються господарства, його розвитку або його впливу на інші підсистеми суспільства та природи), адміністративного поділу території (коли цікавлять дослідника проблеми основних одиниць господарювання).

Усі ці типи карт районування є базою для побудови похідних карт оцінки чинників, які визначають виникнення даного комплексу проблем у кожній територіальній одиниці районування. Якщо визначена та відображена на карті ступінь

дії кожного чинника, то можна проаналізувати, яким способом слід послабити чи ліквідувати негативну дію чинника, далі на цій основі визначити комплекс заходів щодо ліквідації негативних наслідків дії чинника, які становлять певну проблему, а також комплекс попереджувальних заходів, що анулюють проблему. На основі класифікації заходів щодо ліквідації проблем можна побудувати рекомендаційну карту, яка допоможе вибору варіантів розв'язання проблем.

Картографування природокористування є *особливим напрямком проблемного картографування*, який розвивається відповідно до потреб суспільної практики в розв'язанні наукових та господарських проблем раціонального використання ресурсів та охорони природи.

Системний підхід та моделювання є необхідними методами, які слід застосовувати при розгляді об'єктів дослідження (проблем природокористування), об'єктів картографування (елементів системи суспільство – природа) та створенні картографічних моделей, які відображають проблеми та об'єкти, що зумовлюють ці проблеми. Картографуванню проблем природокористування притаманна системна організація досліджень. Вона є передумовою системної організації використання карт.

Джерелознавчий підхід до використання карт, необхідний на початкових етапах дослідження, він передбачає:

- аналіз параметрів карти;
- правил її побудови;
- змісту легенд;
- характеру зображення об'єктів

Джерелознавчий підхід потрібен для того, щоб визначити, чи відповідає ця карта меті дослідження, чи можна її застосувати в подальшому картографічному моделюванні (в створенні похідних карт або трансформації моделі).

Використання *системного аналізу та методу структурно-графічного моделювання* є основою вивчення різного рангу підсистем та їх взаємодії в межах системи суспільство – природа, а також системно-упорядкованого відображення на картографічних моделях проблем

природокористування, територіальної диференціації взаємодії елементів суспільства та природи, в якій відбуваються процеси природокористування.

Застосування математичних методів на основі системного підходу та методів моделювання створює базу для розвитку методів інформатики, розробки кібернетичних пристроїв та програм їх функціонування. Теорія систем, моделювання та інші методи інтегруються в єдину міждисциплінарну методологічну полісистему, яка забезпечує зв'язки картографування з окремою науковою методологією географії, яка містить загальні методи географії, методи польових і камеральних фізико-географічних та ландшафтознавчих досліджень компонентів природи, природно-територіальних комплексів, методи досліджень підсистем суспільства (соціально- й економіко-географічних), еколого- та медико-географічні, інші методи напрямків географії, які розвиваються.

Поняття «наукової концепції карти» як системи поглядів на об'єкт картографування та форми моделей, які відображають цей об'єкт, визначає варіанти типових програм та експериментально-практичних зразків карт.

Методичні особливості картографічного моделювання природокористування та основні напрями проблемного картографування

Методичні особливості картографічного моделювання природокористування полягають у його зв'язках з іншими методами, які застосовуються в географічних дослідженнях регіональних проблем природокористування. Фізико-, економіко- та соціально-географічним напрямкам притаманні різні підходи: від вивчення окремих об'єктів до розуміння певних проблем. В результаті географами створюються окремі проблемно орієнтовані карти або лише фрагменти карт. Проте внаслідок нерівномірності охоплення об'єктів, недостатності інформації, неузгодженості програм досліджень інтеграція

(зівставлення, можливість аналізу, тощо) картографічних розробок буває досить складною, а часто й неможливою.

Мікросерія карт – це одна або кілька основних карт з картами-врізками, які розміщені разом із основними картами на аркуші і які за змістом сполучаються з основними.

Кожна з карт становить інтерес для дослідників як форма картографічної моделі, що зображує певний об'єкт, залучений до природокористування. Розроблені для одного з природно-господарських регіонів карти є моделями-зразками для створення аналогічних карт для інших таких самих регіонів України.

Можливий й інший підхід – від дослідження проблем до пошуку та відображення об'єктів, взаємодія яких зумовлює проблеми. Така форма досліджень орієнтована на конкретну мету – відображення сутності проблем через взаємодіючі між собою елементи системи суспільство – природа.

Організація досліджень передбачає кілька рівнів. На початковому рівні окреслюються параметри взаємодіючих об'єктів та аспекти їх розгляду, далі на базі суспільної практики вилучаються комплекси проблем, що виникають у результаті взаємодії об'єктів, потім визначаються цілі та пов'язані з ними завдання дослідження і, нарешті, – тематика їх картографічного висвітлення. Картографічне моделювання передбачає впорядковане використання наявної картографічної бази (карт та інших джерел для їх створення), розчленування або комплексування інформації та потім її трансформацію, подальший синтез (інтеграція) в потрібному для дослідника напрямку. Такий підхід дає змогу визначити потреби в картах нової тематики, виявити властивості окремих елементів природної, соціальної та економічної систем, територіальних комплексів (аббревіатури: ПТК, СТК, ВТК тощо), картографічне відображення яких необхідне для висвітлення комплексу проблем або однієї з них, а також оцінити ступінь достовірності картографічних моделей – висновків з дослідження, поставити завдання щодо поглиблення знань про регіональні особливості

процесів природокористування, накреслити шлях удосконалення інформаційної бази картографування.

Найбільш плідне сполучення обох розглянутих підходів, коли поєднуються в єдиний дослідницький процес географічні та картографічні дослідження. Цей процес має три фази (етапи).

Перша фаза – теоретична – необхідна для виявлення зв'язків між елементами системи суспільство – природа як об'єктами географічних досліджень і досліджуваними проблемами у зв'язку з регіональними особливостями території. Застосування детальних структурно-графічних моделей дозволяє подати у візуально-оглядовому вигляді ці зв'язки, тобто охопити в цілому і об'єкт моделювання, і притаманний регіону комплекс проблем.

На такій теоретичній основі конструюється картографічна полімодель, яка відповідає загальній меті дослідження проблем природокористування. Робота розпочинається з аналізу інформаційної, методичної та методологічної бази, яка для побудови кожної конкретної карти сформульована у вигляді її наукової концепції. Визначаються потреби в різних матеріалах, наприклад, в аерокосмічних знімках, матеріалах польових досліджень; зважується, чи достатній обсяг і придатність статистичної державної та відомчої (звітної) інформації для її подання за допомогою мови карти, опрацьовуються конкретні методики наукової розробки карт (способи графічної та картографо-математичної обробки наявних фактичних даних, прийоми проектування, укладання та оформлення карт). На цьому самому етапі важливо визначити, як будуть використані карти: для візуального аналізу зображеної на них ситуації, для сполученого аналізу комплексу карт, для територіально-об'єктного чи територіально-проблемного синтезу трансформованої інформації первинних карт. У такий спосіб можна уточнити системну організацію тематики карт та завдання географічних досліджень.

Друга фаза передбачає збір додаткової інформації відповідно до попередньо визначеної тематики карт. Розробляються системи показників, способи їх відображення з урахуванням подальшого використання карт. Опрацьовується методологія картографування та використання карт. Ці дії

упорядковуюють, системно організують першу з розглянутих вище форм застосування методу картографічного моделювання. Від виконання завдань географічних досліджень, які мають на меті створення системи карт, залежить успіх третьої фази картографування.

Третя фаза – *результуюча*. Розроблена теоретично в першій фазі тематика карт становить каркас картографічної проекційної моделі. У відповідності з регіональними рівнями природокористування каркас насичується змістом за рахунок опрацювання фактичних матеріалів, які додатково отримані у другій фазі дослідження. *Головною особливістю* третьої фази є орієнтація підсумкових карт на систему територіального та галузевого планування й управління природокористуванням.

До *основних напрямків проблемного картографування* слід віднести: еколого-географічне картографування, медико-екологічне картографування, картографічне моделювання радіологічного моніторингу, картографування системи природоохоронних заходів у передплановій документації, картографічне забезпечення дослідження проблем захисту генофонду населення, картографічне моделювання продовольчої проблеми та ін.

Еколого-географічними можна назвати карти, які відображають екологічну специфіку регіонів різних територіальних рангів (від глобального до локального). Екологічна специфіка регіонів – це особливості проявів взаємодії людей та біоти з навколишнім середовищем на конкретній території.

Навколишнє середовище – ойкос, понятійне ядро в екології, – розглядається географією у зв'язку з реципієнтами його дії, а також з іншими елементами системи суспільство – природа, які визначають стан довкілля в регіонах різних рангів.

Сукупність засобів і прийомів *виконання* картографічних робіт, спрямованих на вивчення та всебічне відображення екологічної специфіки регіону, називають загальною методикою (алгоритмом, послідовністю, правилами) створення систем еколого-географічних карт. Вона визначається методологічним обґрунтуванням (підходи, методи, концепції та засоби еколого-географічних та картографічних досліджень); загальними

теоретико-методичними положеннями системного географічного картографування (визначення об'єкта картографічного дослідження та моделювання, системи еколого-географічних карт як моделі певної підсистеми у системі суспільство-природа, використання класифікації системи таких карт, аналіз форм та змісту наявної інформаційної бази, розробка теоретичних моделей змісту легенд усіх карт); використанням практично апробованих методик створення окремих еколого-географічних карт та їх систем (способи обробки інформації, системи вихідних та трансформованих, похідних показників, наукова розробка карт – систематизація інформації, відбір засобів побудови картографічної моделі об'єкта – зображувальної системи, яка візуалізує систему відібраних показників у їх між об'єктних географічних зв'язках, розробка легенди карти, побудова зображення).

Екологічна проблема – це ускладнення взаємовідносин між живими організмами та навколишнім середовищем, яке визначає несприятливу дію середовища на живі організми. *Еколого-географічна проблема* – це виявлена на певній ділянці території несприятлива дія середовища на реципієнтів.

Поняття *навколишнє середовище* вміщує елементи системи суспільство та системи природа, які є складовими оточення живих організмів.

Ресурсоспоживання викликає незворотні зміни у навколишньому середовищі. Раціональне ресурсокористування дає змогу самовідновлюватися природним властивостям компонентів природи, які належать до відновлюваних

До основних понять і термінів у галузі екологічного напрямку природокористування слід віднести наведені нижче.

Еколого-географічні дослідження – це дослідження просторово-часових взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем у системі суспільство – природа. Об'єкт досліджень спільний з екологією, метод географічний, інтеграція географічного та екологічного підходів.

Середовищекористування – це власне екологічний напрямок природокористування.

Медико-екологічні дослідження – це дослідження дії навколишнього середовища на стан здоров'я людей.

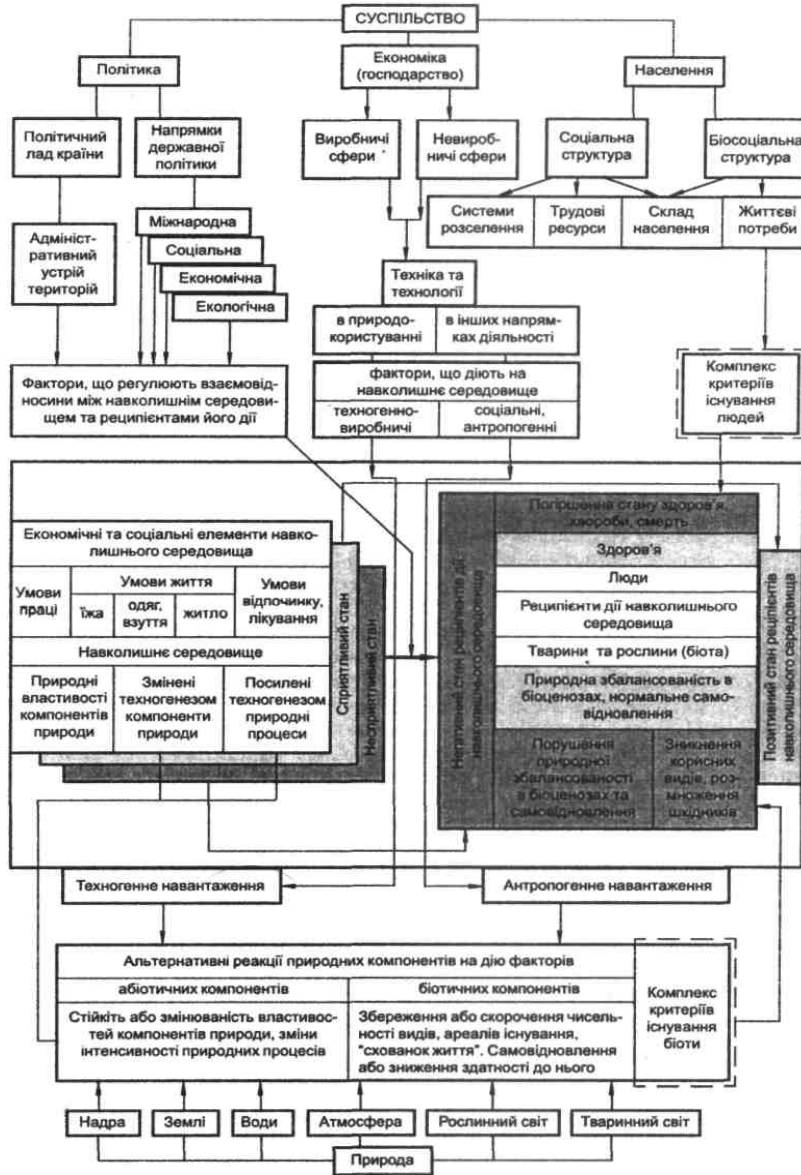


Рис.19 Структурно-графічна модель навколишнього середовища в системі суспільство - природа (за Т. І. Козаченко)

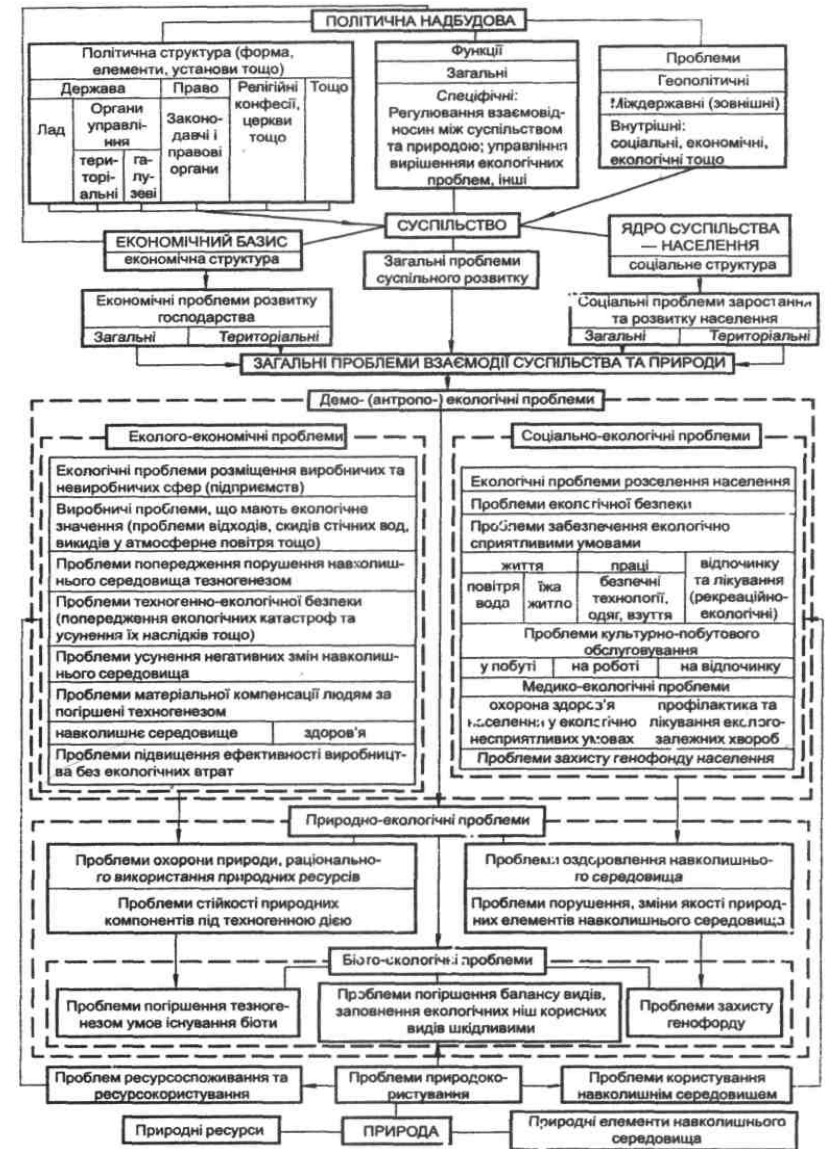


Рис 20. Екологічні проблеми, що виникають у системі суспільство – природа (за Т. І. Козаченко)

Медико-гігієнічні дослідження – це дослідження стану навколишнього середовища, його зміни під дією техногенного навантаження та впливу на здоров'я людей.

Еколого-географічні проблеми – це проблеми, що виникають на певних територіях (акваторіях) унаслідок дисгармонії взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем у системі суспільство – природа. Така дисгармонія визначається впливом загальних процесів взаємодії суспільства та природи на стан екологічних підсистем: люди (населення) – навколишнє середовище; біоти (класи рослин та тварин) – навколишнє середовище.

Еколого-географічні ситуації – це форми (типи, види) взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем, які склалися на певній території (акваторії). Для їх відображення придатні типологічні карти, тобто карти, на яких подано типи територій, що відповідають певним типам екологічної ситуації – певним формам взаємовідносин людей, біоти з природними та соціально-економічними елементами навколишнього середовища. Карти еколого-географічної ситуації – це один з окремих типів у загальній системі екологічних карт, де відображено глобальну, регіональні чи локальну систему просторово-часових взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем.

Еколого-гігієнічна ситуація – це комплекс (або окремі комплекси) природних, антропогенізованих та антропогенних чинників, які є сприятливими або небезпечними для здоров'я людей, що проживають на певних територіях у певні проміжки часу.

Медико-екологічна ситуація – це комплекс негативних реакцій реципієнтів (людей) на дію навколишнього середовища на певних територіях у певний проміжок часу. Карти, що відображають медико-екологічну ситуацію, як і попереднє явище, становлять своєрідну підсистему карт, від аналітичних карт до інтегральних, які відображають фонові (загальні) характеристики впливу навколишнього (особливо зміненого техногенезом) середовища на загальну та окремі види захворюваності людей (перша група карт у цій підсистемі) та дію деяких елементів навколишнього середовища як чинників

ризик певних хвороб (друга група карт). Для другої групи карт визначено термін – карти еколого-залежних хвороб, тобто хвороб, які виникають внаслідок дії чинників навколишнього середовища або посилюють поширення хвороб (епідемічний процес), або погіршують стан (самопочуття) хворих.

Екологічне картографування – це процес відображення просторово-часових взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем в системі суспільство – природа за допомогою карт.

Еколого-географічні карти – це підсистема екологічних карт, яка всебічно відображає різні види взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем в географічному просторі системи суспільство – природа.

Медико-екологічні карти – це підсистема другого порядку в підсистемі еколого-географічних карт. Вона відображає дію чинників навколишнього середовища на здоров'я людей, медико-екологічні проблеми та шляхи їх розв'язання в певний час і в певному географічному просторі.

Екологічна безпека – це відсутність небезпечних для життєдіяльності людей властивостей (якості) навколишнього середовища. Вона може бути природною (екологічно безпечною територією) або штучно забезпечуватися завдяки системі господарських заходів, спрямованих на знешкодження небезпечних для життя людей властивостей навколишнього середовища. Це поняття базує в екологічній політиці. Саме тому й виконуються широкомасштабні роботи в межах відповідної науково-технічної програми.

Ризик проживання – це міра екологічної небезпеки проживання людей.

Геоєкосистема – в понятійному апараті географії – це територіально визначена система елементів навколишнього середовища, що взаємодіє із соціумами або біоценозами (популяціями людей, рослин і тварин), що проживають (існують) на даній території.

Екологічний потенціал – це можливість навколишнього середовища витримувати антропогенне (техногенне) навантаження без несприятливих для людини його змін. Екологічний потенціал можна вважати *вичерпаним*, якщо

навколишнє середовище не в змозі самовідновлювати позитивні для людей та біоти властивості, коли виникає певний дисбаланс у взаємовідносинах людей, біоти з навколишнім середовищем.

Екологічна ємність території (ландшафту, чи компонента) – це максимальна кількість техногенного (антропогенного) навантаження на довкілля, яку середовище в змозі витримати без катастрофічних його порушень.

Екологічна стійкість – це міра, що визначає реакцію природи (ландшафтів, їх компонентів) на антропогенне (техногенне) навантаження.

Територіальна екологічна структура (або екологічна структура території) – це структура (поділ) території за типами геоекосистем і різних за характером взаємовідносин між людиною, біотою та навколишнім середовищем. Термін пропонується використовувати для обрання теми інтегральної еколого-географічної карти.

Конфліктна екологічна ситуація – це невідповідність якісного стану навколишнього середовища потребам людей (або біоти). Необхідна теоретична розробка типології конфліктних екологічних ситуацій як основи порівняльно-географічного аналізу стану екологічної ситуації в різних регіонах території, яка підлягає вивченню.

Еколого-географічне районування – це поділ території (акваторії) відповідно до особливостей взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем у системі суспільство – природа. Об'єктом районування є географічний простір, в якому склалися різні типи взаємовідносин людей, біоти з навколишнім середовищем.

Медико-екологічне зонування – це виділення певних осередків – зон, які визначаються особливостями дії навколишнього середовища на населення. Спектр карт медико-екологічного зонування території дуже широкий відповідно до застосованих методів. Шляхом укладання різноманітних розрахункових карт, виконаних способами ізоліній, псевдоізоліній, полів щільності явищ тощо, можна отримати абстрактну картину зонування території. Шляхом виділення ареалів, різних за характерами взаємовідносин між населенням

та навколишнім середовищем, можна визначити географічно конкретизовані зони тощо.

Медико-екологічне районування – це поділ території за комплексами показників здоров'я населення, стану навколишнього середовища та його дії на людей.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Охарактеризуйте основні напрями картографічного моделювання системи «суспільство – природа» та основні завдання сучасної картографії в Україні.
2. Поясніть доцільність розробки наукової концепції (теоретико-методичного обґрунтування) створення картографічних моделей у системі «суспільство – природа».
3. Обґрунтуйте доцільність розробки методик використання картографічних творів різної тематики та складності.
4. Охарактеризуйте зміст поняття «проблемне картографування».
5. Поясніть твердження: «проблемно-орієнтована карта є засобом та основним результатом досліджень».
6. Розкрийте зміст поняття «картографування природокористування».
7. Охарактеризуйте методичні особливості картографічного моделювання природокористування.
8. Назвіть основні напрями проблемного картографування та охарактеризуйте один із них за власним вибором.
9. Розкрийте зміст понять «екологічне картографування», «еколого-географічні карти», «медико-екологічні карти».

9. МЕДИКО-ЕКОЛОГІЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ ТА КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

*Особливості медико-екологічного картографування.
Картографічне моделювання в програмах радіоекологічного моніторингу.*

Особливості медико-екологічного картографування

Сучасна дуже загострена екологічна ситуація на території нашої держави, зокрема значне техногенне навантаження на навколишнє середовище, пов'язане з ним погіршення здоров'я людей та розвиток негативних демографічних процесів, спричинила проведення широкомасштабних екологічних досліджень. Багато наукових напрямків спрямовують свої дослідження саме на питання пов'язані з екологічними проблемами. В системі медичних наук цей вектор досліджень притаманний санітарно-гігієнічному напрямку.

Для систематизації просторово визначених даних про об'єкти реального світу в методології полісистемних наукових досліджень широко використовується картографічний метод. Він застосовується з метою узагальнення результатів екологічних досліджень, а це веде до створення відповідної системи карт. Найповнішим варіантом такої системи можна вважати медико-екологічний атлас України (у випадку, коли мова йде про екологічні дослідження території нашої держави). Але у процесі його створення виявилася складність цього завдання.

Очевидно спочатку необхідно розробити всі типи карт традиційними методами, далі – пристосувати існуючі комп'ютерні програми до завдань картографування і лише після цього приступати до розробки пакетів прикладних програм зі створення спочатку експериментальних карт усіх типів на електронних носіях, а надалі й карт, які можуть оновлюватися введенням поточної інформації.

Для створення медико-екологічного атласу найбільше значення мають дослідження медико-екологічних аспектів картографування, а саме: несприятливі зміни стану здоров'я людей, поліпшення їх здоров'я завдяки відпочинку та лікуванню, кореляційні зв'язки чинників ризику та стану здоров'я людей тощо. Головною метою створення атласу є відображення взаємозв'язків населення із навколишнім середовищем у географічному просторі системи суспільство – природа. Провідною ідеєю – висвітлення причин погіршення екологічної ситуації стану навколишнього середовища та стану здоров'я людей та визначення шляхів вирішення екологічних проблем і покращення екологічної ситуації

Очевидно що такі картографічні твори як медико-екологічний атлас України не можуть бути простими картографічними творами. Окремі питання медико-екологічних аспектів в них доцільно групувати в блоки за проблемними напрямками, а сам атлас видавати як багатотомний картографічний твір. Наприклад, в окремий том доцільно виділяти питання захворюваності населення, пов'язані з онкологією. В окремому томі доцільно також, відповідно до специфіки інфекційних хвороб, розкривати закономірності їх поширення, їхні види і т.п.

Питаннями розробки проекту медико-екологічного атласу України займався В.А. Барановський, який у своїх працях проаналізував літературні джерела, виконав певні авторські картографічні роботи, особливо в галузі проблем серцево-судинних захворювань населення. Значний практичний досвід нагромаджено у відділі картографії інституту географії НАНУ щодо створення серій карт стану довкілля для планування відповідного напрямку діяльності санітарно-епідеміологічної служби в Україні (Руденко Л.Г. та ін., 1991).

Серед шляхів застосування ГІС-технологій для створення медико-екологічного атласу найбільш прийнятні такі:

- використання комп'ютерної техніки для формування баз атрибутивних даних із можливостями їхньої статистичної, експертної та ін. обробки з метою укладання карт традиційним методом, з можливостями зберігання, поновлення та передачі даних;

- забезпечення всього процесу створення електронного атласу від уведення даних різних видів, формування банків даних, обробки даних до одержання картографічного зображення на дисплеях;
- закріплення його в пам'яті комп'ютера сучасної робочої станції з великим обсягом пам'яті та швидкою діяльністю або за допомогою кольорових лазерних принтерів і плотерів – для друку на папері.

Головні розділи та підрозділи у програмі робіт по створенню даного картографічного твору доцільно орієнтувати на відображення систем об'єктів, а саме:

- **навколишнє середовище**

I – природні умови життя населення, природні та техногенні чинники, що діють на здоров'я людей, медико-екологічна оцінка природних умов життя населення та чинників ризику для здоров'я людей;

II – соціально-економічні умови життя та праці людей; господарсько-виробничі та соціальні чинники, що діють на умови життя та праці людей, медико-екологічна оцінка соціально-економічних умов та чинників життєдіяльності населення;

- **люди-реципієнти дії навколишнього середовища**

- здоров'я груп людей різних за статтю, віком, місцем проживання;
- співвідношення практично здорових та хворих хронічними захворюваннями;
- захворюваність та смертність населення як індикатор дії несприятливих факторів довкілля;
- екологічні проблеми та стратегія їх розв'язання (проблеми взаємодії населення з навколишнім середовищем, районування за комплексами медико-екологічних проблем; заходи щодо оздоровлення навколишнього середовища та охорони здоров'я людей від негативної дії довкілля);
- матеріально-технічна база для розв'язання медико-екологічних проблем і шляхи її вдосконалення.

Загальні методичні особливості укладання карт для медико-екологічного атласу визначаються, найперше, їх дуже дрібними масштабами та найвищими ступенями узагальнення інформації. Найбільшу кількість складених карт, розроблені за допомогою картограми, картодіаграми та ізолінії.

Способом картограми подаються відносні показники (кількість випадків захворювань, наприклад, на 100 000 жителів по областях або об'єми забруднювачів на одиницю площі також по областях), а *способом картодіаграми* – абсолютні показники (кількість випадків різних захворювань по областях або загальний об'єм валових викидів промислових підприємств по областях). За одиницю картографування доцільно обирати адміністративну область з однаковим масштабом карт. Це відповідно зумовило певну уніфікацію розробки карт (створення єдиної форми, системи, структури карт). Створення уніфікованих карт дає змогу під час користування цими картами застосовувати порівняльно-географічні методи, системний аналіз та розробляти похідні розрахункові карти, для створення яких доцільно застосовувати *спосіб ізоліній та псевдоізоліній*.

Картографічне моделювання в програмах радіоекологічного моніторингу

Поняття картографічного моніторингу введено К.О. Саліщевим. Чільне місце в процесі моніторингу за навколишнім середовищем він відводив не просто картам, а саме системам карт. Нині чимало міністерств та відомств систематично проводять спостереження за станом довкілля, проте воедино результати моніторингу практично не зводилися або їх було неможливо зіставити через неузгодженість програм спостереження та картографічного відображення отриманої інформації.

Актуальність завдання систематичного спостереження за станом довкілля зростає, особливо нині, коли спостерігаються небезпечні зміни в навколишньому середовищі.

У наш час назріла необхідність у швидкому створенні системи карт, які характеризують ту чи іншу ситуацію. Ситуація зі станом довкілля, що склалася в Україні після аварії на ЧАЕС, прискорила становлення та розвиток картографічного моніторингу як напряду картографічного моделювання середовища та процесів, що в ньому відбуваються. Так, була організована робота по узагальненню моніторингової інформації про стан середовища в 30 та 10 кілометрових зонах після аварії на Чорнобильській АЕС. Як зазначив президент Національної Академії наук України Б. Є. Патон в одній зі своїх статей у "Літературній газеті", *узагальнення матеріалів академічних інститутів стало можливим на основі загальнонаукової ландшафтної карти Київської області масштабу 1:100 000, яка створена в Інституті географії В.С. Давидчуком та іншими співробітниками, та застосування машинного комплексу "Дельта" для введення різної інформації в кожний ландшафтний контур на карті. Польові спостереження проводяться за залишковими кількостями радіонуклідів та їх міграцією у різних видах середовища в зоні впливу аварії на ЧАЕС, накопичується інформація та трансформуються на комплексі "Дельта" в картографічну форму.*

Проте це лише одна зі сторін моніторингу радіоекологічної ситуації в зоні впливу аварії на ЧАЕС. Моніторингу підлягають не лише ПТК, а й окремі компоненти навколишнього середовища, здоров'я людей, зміни в господарській діяльності. Картографічний метод становить, як і завжди у вивченні складних систем і складних проблем, *інтегруючу основу для узагальнення результатів спостережень за станом різноманітних об'єктів.*

У період після аварії на ЧАЕС виконано безліч досліджень, одержано величезну кількість їх наукових результатів, зроблено різноманітні висновки щодо реакції різних реципієнтів впливу радіаційного забруднення. Певне картографічне узагальнення цих висновків зроблено в "Атласі Чорнобильської зони відчуження" (1996 р.), який вміщує карти, починаючи від синоптичних, далі карти забруднення зони окремими радіонуклідами і до карти потужності експозиційної зони випромінювання. Існують також поодинокі специфічні

карти (наприклад, вмісту радіонуклідів у молоці худоби) та серії карт (господарського комплексу тощо).

Завдяки виконанню одного із завдань програми "Полісся" (Міжнародної програми "Дослідження наслідків Чорнобильської катастрофи та реабілітації радіаційно забруднених територій Полісся") укладено геоекологічний Атлас Поліського району Київської області. Його розробка відповідала окресленим вище методологічним і теоретико-методичним принципам проблемного картографування. На передкартографічному етапі досліджень розроблено концепцію атласу Поліського району на основі раніше опрацьованої концепції довгострокового картографічного моніторингу радіоекологічної ситуації, обґрунтовано підходи до інформаційного забезпечення робіт щодо укладання карт, опрацьовано питання підготовки карт-основ масштабу 1:200 000, найбільш придатного для карт атласу адміністративного району.

Відповідно до концепції атласу та наявної інформаційної бази *визначено структуру атласу*, а саме такі його розділи:

- природно-екологічна ситуація;
- еколого-демографічна ситуація;
- трансформація господарського використання території (сільського та лісового господарства);
- дані радіоекологічного моніторингу для вивчення дії радіаційного чинника на здоров'я людей (доза опромінення та захворюваність населення);
- дані радіоекологічного моніторингу наслідків дії аварії на ЧАЕС на навколишнє середовище (забруднення населених пунктів різними радіонуклідами, забруднення харчових продуктів і корму для худоби);
- заходи щодо охорони здоров'я людей та попередження міграцій радіонуклідів у навколишньому середовищі;
- рекомендації щодо вдосконалення соціального захисту населення та господарської реабілітації території.

Практична розробка карт атласу Поліського району дала змогу визначити більше двадцяти типів картографічних моделей, які відображають різні об'єкти. Оскільки атлас призначений не лише для практичних потреб управління в Поліському районі, а й для наукових потреб, то саме він може

служити полімоделлю-зразком картографічного узагальнення результатів дослідження радіоекологічної ситуації в такому територіально-ієрархічному ранзі, як адміністративний район.

Методичні особливості опрацювання моніторингової інформації та створення певних типів моделей основних об'єктів картографування є такі:

1. Вихідним джерелом для побудови карти-основи для всіх карт атласу доцільно використовувати топографічну карту масштабу 1:200000, на якій подано основні елементи об'єктів географічного простору. Карта-основа – це головне знаряддя картографічного моделювання, прив'язки змісту використовуваних картографічних джерел до певних елементів географічного простору, зокрема таких об'єктів, як населені пункти, межі підприємств тощо. Карта-основа є також важливою ланкою в інформаційній базі, тому що елементи її географічного змісту виконують функції центрів кодування (внесення) спеціальної інформації.

2. В інформаційній базі чітко виділяються *два блоки* інформації. *Перший* блок – джерела картографічної інформації, подання їх неможливе у будь-якій іншій формі, крім картографічної моделі. Це стосується насамперед об'єктів природи (геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних особливостей території, лісів, земель із певними їх еколого-географічними характеристиками), населених пунктів, меж сільсько- та лісогосподарських підприємств. *Другий* дуже розгалужений блок інформаційної бази картографування вміщує статистичну та моніторингову інформацію.

Слід зазначити, що різниця між статистичною й моніторинговою інформацією полягає лише в ступенях узагальнення вихідної інформації.

Моніторингова інформаційна база – це перша інформаційна база щодо стану будь-яких об'єктів, явищ, процесів, які підлягають контролю та спостереженню.

Статистична інформація – це різномірна база узагальненої інформації.

Тут, звісно, йдеться про інформацію, яка найперше визначає положення об'єкта в географічному просторі. Відповідно до характеру об'єктів та їх розташування в

географічному просторі в інформаційній базі Атласу Поліського району, наприклад, є такі основні відгалуження:

- статистичні дані про населення (прив'язані до розміщення населених пунктів);
- про сільське господарство (прив'язка до меж сільськогосподарських підприємств) і про стан сільськогосподарських угідь (до площі всієї території, мінус площі лісу та населених пунктів);
- про стан лісів (до лісових контурів);
- про лісогосподарську діяльність (до меж лісництв);
- про захворюваність населення та отримані ним дози радіаційного опромінення (до населених пунктів).

Моніторингова інформація теж має чітку прив'язку до елементів карти-основи: радіаційне забруднення населених пунктів, лісів, сільськогосподарських угідь тощо. При наявності цифрової карти-основи всі ці форми геопросторової інформації про різні об'єкти картографічного моделювання забезпечують можливість використання комп'ютерної техніки.

Розглянемо зміст основних інформаційних блоків, їх об'єктних та модельних відгалужень по розділах на прикладі того ж Атласу Поліського району.

1. Картографічні матеріали, що складають інформаційну базу *до першого розділу атласу*, присвячені природно-екологічній обстановці. Для створення карти гідроекологічних умов використовувалися звітні матеріали Держкомгеології різних років (1973, 1975; 1980 – 1984; 1968 – 1973; 1969 тощо). За цими матеріалами побудовано кілька карт:

- *гідрогеологічна карта* містить складну інформацію щодо водоносних та водотривких горизонтів та комплексів (ступінь водоносності, геологічний вік та літологічний склад порід, від якого залежить, чи містять ці породи воду, наприклад, піски, чи, навпаки, не пропускають її, наприклад, глини);
- *карта природної захищеності підземних вод*. Значення її полягає в тому, що вона дає змогу проаналізувати певні ділянки території, на яких радіоактивні речовини можуть накопичуватися та забруднюватися, певні водоносні горизонти, у яких може йти вже не лише вертикальна

міграція радіонуклідів, а й горизонтальна (тобто поширення забруднення певних товщ порід у певних напрямках).

Для створення карт до *розділу еколого-демографічної ситуації* було опрацьовано масив даних паспортизації населених пунктів Поліського району. Паспорт кожного населеного пункту вмщував однотипний комплекс показників: площа населеного пункту, кількість жителів на різні дати, зміни чисельності, розподіл за статтю, за віком, природний приріст, який охоплював дані про народжуваність та смертність, міграції населення, характеристики про групи працездатних, інвалідів, дітей, зайнятість у виробничій та інших сферах діяльності тощо. Кількісні дані, вміщені у певні відділи таблиць паспорту, стосувалися конкретного населеного пункту. Опрацювання даних паспортів проводилося шляхом відбору певних груп характеристик по всіх населених пунктах району.

Статистичний блок має такі підсистеми даних:

- паспортизаційної демографічної інформації;
- галузевої інформації;
- моніторингової інформації щодо радіоекологічної ситуації;
- моніторингової інформації щодо стану здоров'я людей, які постраждали від аварії на ЧАЕС;
- інформації щодо заходів збереження здоров'я людей та оздоровлення екологічної ситуації.

Зрозуміло, що кожна із цих інформаційних підсистем має окрему систему показників, які характеризують певну групу об'єктів, що мають власне положення у географічному просторі (населені пункти, сільськогосподарські підприємства, лісництва тощо).

Щодо часової визначеності інформації про об'єкти виконувалася вимога подання даних у динаміці з обов'язковим виділенням етапів – до та після аварії на ЧАЕС.

2. В наступному розділі атласу "Трансформація господарського використання території" опрацьовано інформацію, яка міститься в річних звітах сільськогосподарських підприємств. Дані "Економічного паспорту сільськогосподарських підприємств" подано у вигляді

інформаційних блоків, що характеризують землекористування і трудові ресурси, посівні площі, урожайність; поголів'я худоби, виробництво продукції, продаж продукції державі, витрати праці на 1 ц продукції, витрати кормів на 1 ц корм, од., собівартість 1 ц продукції, ефективність виробництва, якість сільськогосподарської продукції, фінансовий стан господарства, госпрозрахунок за 1985 – 1990 рр.

Стосовно апробації інформації Мінлісгоспу можна лише зазначити, що інформація потрібна й щодо якісних характеристик, прив'язаних до певних контурів лісу, для наповнення першого інформаційного блоку, і щодо кількісних даних лісгосподарської діяльності (заготівля деревини, рубки догляду та інші види рубок).

Найважливішим для геоекологічного атласу розділом інформаційної бази є блок моніторингової інформації, яка призначається для розробки карт радіаційного забруднення навколишнього середовища. У вихідних даних, занесених у пам'ять машини, містилися відомості про результати всіх проб ґрунту, які проводилися в межах населеного пункту після 1986 року. Інформація була детально конкретизована по населених пунктах, роках, кількості проб за кожний рік та значеннях забруднення певними радіонуклідами (Cs-137, Sr-90, Cs-134, Ru-106, Ce-144, Рi-238 та Рu-239). Опрацювання інформації виконувалося з метою показати динаміку забруднення радіонуклідами, а тому значення показників зводилося до трьох категорій на рік – мінімальне, максимальне та середнє значення.

Середнє значення обраховувалося як середнє арифметичне з усіх значень вище нуля, які були виявлені в даному році, в даному населеному пункті, а не лише як середнє з мінімального та максимального значень. Такий підхід дав змогу звести моніторингові дані до такої системи кількісних показників, завдяки яким можна було побудувати графіки, що відображають зміни їх значень за 1986 – 1991 роки. Таке опрацювання інформації виконується за допомогою електронно-обчислювальних машин.

Якщо аналізувати *моніторингову інформацію щодо забрудненості лісів та сільськогосподарських угідь*, то слід зазначити, що дані за один рік не охоплюють усіх контурів лісу.

Це вимагає введення до легенди карти відповідного пояснення про відсутність даних про забруднення. Крім цього недоліку даного розділу інформаційної бази слід зазначити, що шкали забруднення лісів та ріллі мають різні градації (більш детальна шкала для лісів). Найнижчі значення інтервалів шкал можна привести у відповідність, а от найвищі для ґрунтів (більше 15 Ку/км²) потребують деталізації, особливо коли ці ділянки розміщуються поруч із лісовими масивами, де забруднення становить вище 45 Ку/км². Дані щодо радіаційного забруднення сільськогосподарської продукції подаються по підприємствах.

До блоку *моніторингової інформації стану здоров'я жителів* Поліського району входить два неоднорідні масиви інформації щодо доз радіаційного ураження короткоживучими радіонуклідами та щодо загальної захворюваності населення певними групами хвороб, в етимології, яких радіаційний фактор відіграє певну роль. Інформація про дози радіоактивного йоду в узагальненому по населених пунктах вигляді подається стосовно їх впливу на щитовидну залозу в різних груп жителів за віком. Попередньо було визначено за літературними джерелами класи хвороб, на виникнення чи перебіг яких впливає чинник радіаційного забруднення навколишнього середовища.

У межах вищезгаданого атласу були виконані експериментально-практичні роботи лише щодо групи онкологічних захворювань. Проте, опрацьовуючи медико-статистичну інформацію, є можливість розробляти підходи до трансформації інформації, що міститься в певних розділах державного реєстру, запровадженого в зоні впливу аварії на ЧАЕС для контролю за станом здоров'я людей, які постраждали від радіаційного забруднення.

Первинна, вихідна структура бази даних орієнтована на перелік осіб, які захворіли. Трансформація бази таких даних полягала, найперше, в переході від орієнтації всієї інформації зі списків хворих на їх адреси, тому що в будь-якій інформаційній підсистемі, призначеній для побудови карти, на першому місці має стояти *географічна прив'язка об'єктів*, в даному разі – перелік населених пунктів.

Опрацювання інформації велось для кожного року по єдиній формі: номери нозологічних форм та кількість їх

випадків у населення різних вікових груп. Аналіз щорічної інформації показав недоцільність побудови окремих аналітичних карт кількості випадків захворювань населення злоякісними новоутвореннями, тому що, за виключенням с.м.т. Поліське, в усіх селах спостерігалися поодинокі випадки таких хвороб. Тому було подано сумарну кількість випадків цих захворювань за весь період спостережень, щоб визначити осередки різного ступеню прояву онкологічної небезпеки. Розподіл даних по періодах до та після аварії (відповідно 1980 – 1986 рр. та 1987 – 1991 рр.), використовувався для побудови карт полів щільності випадків захворювань населення злоякісними новоутвореннями, які потрібні для співставлення з природним радіаційним фоном, який був до 1986 р., та з рівнем радіаційного забруднення, що сформувався внаслідок аварії на ЧАЕС.

Інформації для створення двох заключних розділів Атласу Поліського району виявилось мало. Найбільш детальна інформація стосується державних заходів щодо забезпечення захисту життя та здоров'я людей. Це – перелік населених пунктів, де визначено чотири ступені заходів:

- 1 - населені пункти зони відчуження, з яких людей евакуювали у 1986 р.;
- 2 - зони безумовного обов'язкового виселення;
- 3 - зони добровільного відселення;
- 4 - зони постійного радіаційного контролю.

В атласах вміщено неповні та неоднорідні дані про відселення людей. У виданнях такого змісту доцільно було б відтворити повну картину перебігу процесу відселення по роках, з яких сіл та селищ міського типу виїхали люди (по групах за статтю та віком) і до яких населених пунктів прибули.

Немає звітності про стан здоров'я людей, відселених із зони відчуження, тобто людей, що одержали найбільші дози радіаційного опромінення, статистичної.

Запитання та завдання для самоконтролю

1. Доведіть доцільність використання картографічного методу екологічних досліджень території.
2. Доведіть доцільність створення медико-екологічного атласу території при розв'язанні екологічних проблем.

3. Запропонуйте головні шляхи застосування ГІС-технологій для створення медико-екологічного атласу території.
4. Охарактеризуйте можливу структуру розділів (підрозділів) медико-екологічного атласу. Наведіть приклади.
5. Назвіть та охарактеризуйте основні методичні особливості створення карт для медико-екологічного атласу.
6. Обґрунтуйте необхідність (актуальність) систематичного спостереження за станом довкілля в наш час. Наведіть приклади.
7. Поясніть особливості картографічного моделювання процесів радіологічного моніторингу. Наведіть приклади.
8. Охарактеризуйте методичні особливості опрацювання моніторингової інформації та створення відповідних типів картографічних моделей.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Берлянт А.М.* Картография и геоинформатика / А. М. Берлянт, А. В. Кошкарсв, В. С. Тікунов. Итоги науки и техники. Сер. Картография. – М.: ВИНТИ, 1991. - Т. 14. – 179 с.
2. *Берлянт А.М.* Образ пространства: карта и информация / А. М. Берлянт – М.: Мысль, 1986. – 240 с.
3. *Берлянт А.М.* Теоретические концепции в картографии//Изв. РАН. – 1993. – № 4. – С. 43-50.
4. *Бондар А.Л.*, Невідкладні завдання розвитку географічної картографії в Україні / А. Л. Бондар, Я. І. Жупанський, А. П. Золовський, Т. І. Козаченко, І. Ю. Левицький, А. М. Молочко, Л. Г. Руденко, Г. О. Пархоменко // Вісн. геодезії та картографії. – 1994. – № 2. – С 93-100.
5. *Бочаров М.К., Николаев С.А.* Математико-статистические методы в картографии./ М. К. Бочаров, С. А. Николаев – М.: Геозиздат, 1957. – 158 с.
6. *Бочаров М.К.* Основы теории проектирования систем картографических знаков./ М. К. Бочаров. – М.: Недра, 1966. - 136 с.
7. *Жуков В.Т.* Математико-картографическое моделирование в географии./ В. Т. Жуков, С. Н. Сербенюк, В. С. Тікунов. – М.: Мысль, 1980. – 224 с.
8. *Козаченко Т.І.* Картографічне моделювання: Навчальний посібник / Т. І Козаченко, Г. О. Пархоменко, А. М. Молочко; Під ред. А. П. Золовського. – Вінниця: Антекс-У ЛТД, 1999. – 328 с.
9. *Руденко Л. Г.* Картографические исследования природопользования: Теория и практика работ. / Л. Г. Руденко, Г. О. Пархоменко, А. Н. Молочко и др. – Киев: Наук, думка, 1991. – 212 с.
10. *Руденко Л. Г.* Картографическое обоснование территориального планирования. / Л. Г. Руденко. – Киев: Наук, думка, 1984. – 168 с.
11. *Руденко Л. Г.* Національний атлас України: Постановка питання і основні орієнтири розробки // Український географічний журнал. / Л. Г. Руденко. –1993. – № 3. – С. 41–46.

12. *Салищев К. А.* Картоведение / К. А. Салищев. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. - 406 с.
13. *Сербенюк С. Н.* Картография и геоинформатика - их взаимодействие./ С. Н. Сербенюк. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. - 159 с.
14. *Сербенюк С. Н.* Концепция системного моделирования и автоматизации в географической картографии. / С. Н. Сербенюк. // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, геогр. - 1988. - № 4. - С. 15 – 24.
15. *Сербенюк С. Н.* Применение моделей факторного и компьютерного анализа для картографирования географических комплексов / С. Н. Сербенюк. – Калинин, 1972. – 91 с.
16. *Смирнов Л. Е.* Аэрокосмические методы географических исследований./ Л. Е. Смирнов. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. – 303 с.
17. *Смирнов Л. Е.* Картография: поиски предмета науки //Л. Е. Смирнов. – Изв. АН СССР. Сер. геогр.
18. *Топчиев А. Г.* Территориальные географические структуры. Проблемы классификации и моделирования // Методологические вопросы географии./ А. Г. Топчиев. – Иркутск: ИГС и ДВ СО АН СССР, 1977. - С. 71-88.
19. *Шевченко В. А.* Медико-географическое картографирование территории Украины/ В. А. Шевченко. – Киев: Наук, думка, 1994. – 158 с.
20. *Чабанюк В. С.* Основні напрямки розвитку геоінформаційних систем у 90-ті роки // Вісн. геодезії та картографії. / В. С. Чабанюк. – 1994. – № 2. – С. 108 – 126.
21. *Червяков В.А.* Концепция поля в современной картографии./ В. А. Червяков. – Новосибирск : Наука, 1978. – 149 с
22. *Халугин Е. И.* Концептуальные основы создания и использования электронных карт / Е. И. Халугин, А. И. Майданич. // Геодезия и картография. –1994. – № 4. – С. 54 – 55.
23. *Халугин Е.И., Сторожик И.Н.* Структура и функции информационного обеспечения банка картографических данных / Е. Н Халугин, И. Н. Сторожик // Геодезия и картография. – 1986. – № 8. – С. 39 - 42.

Навчальне видання

КАРТОГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИРОДНИХ ТА СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ РЕСУРСІВ

*Навчальний посібник у двох частинах
(частина перша)*

Укладач **Світлана Вікторівна Дутчак**

Відповідальний за випуск *Сухий П. О.*

Літературний редактор	Колодій О. В.
Комп'ютерний набір	Дутчак С. В.
Комп'ютерна графіка	Дутчак В. М.

Підписано до друку 10.09.2012. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 8,9.
Обл.-вид. арк. 9,6. Зам. М-064. Тираж 100.
Друкарня Чернівецького національного університету
58012, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.