

УДК 598.91

## РЕЛЯЦІЙНА КАРТОГРАФІЯ І ПРИКЛАД ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НОВИХ ЗНАТЬ

Чабанюк Віктор, Дишлик Олександр

Інститут географії НАНУ; chab@isgeo.kiev.ua, chab3@i.ua; dyshlyk@geomatichna.kiev.ua

У статті повідомляється про нову картографічну науку – Реляційну картографію. З цією метою коротко описуються її три основні компоненти: 1) область досліджень, 2) методологія (сукупність узгоджених методів) накопичення нових знань про область досліджень, 3) сукупність знань про цю область. У якості прикладу застосування Реляційної картографії описується процес отримання знань про так звану Атласну гео-інформаційну модель (АГІМ), яка може використовуватися для створення Атласної гео-інформаційної системи (АГІС) керування сталим розвитком України за допомогою індикаторів стану матеріальної культурної спадщини регіону.

*Ключові слова* – Реляційна картографія; Концептуальні каркаси; Каркаси рішень; Атласна гео-інформаційна модель і система (АГІМ і АГІС).

### Вступ

У 21-му столітті виникли нові картографічні явища, які не можуть представлятися, моделюватися і аналізуватися за допомогою картографічної науки минулого століття, незважаючи на наявність таких відносно нових картографічних концепцій, як геоінформаційна [Берлянт, 1997] і геовізуалізаційна [Cauvin, et al., 2010]. Застосування вказаних концепцій обмежується їх основним предметом дослідження - картою. Дійсно, як за допомогою поняття самої тільки карти представити (промоделювати) таке сучасне картографічне явище, як OpenStreetMap (OSM)? Очевидно, що це неможливо, і тому необхідно змінювати (або визначати у разі відсутності) усі три компоненти картографії як науки [Клир, 1990]: 1) область досліджень, 2) методологію (сукупність узгоджених методів) накопичення нових знань про область досліджень, 3) сукупність знань про цю область.

### Мета роботи

1. Повідомити про зафіксовану на папері появу нової галузі науки – Реляційної картографії.
2. Навести приклад застосування Реляційної картографії до побудови так званої Атласної геоінформаційної моделі (АГІМ).
3. Через досягнення цілей 1-2 досягти 3-ю ціль – навести спрощений вступ до Реляційної картографії.

Реляційна картографія як наука розглянута у монографії [Чабанюк, 2018]. Термін «реляційна» походить від англійського терміну «relational». Правильніше було б вживати для назви науки термін «картографія відношень», але прийнято до уваги, що у галузі інформаційних технологій термін «реляційна» вже давно має усталене специфічне значення.

Наприклад, вживається термін «реляційна база даних» і всі вже забули, що правильний переклад буде «база даних відношень» між об'єктами бази даних, які описуються таблицею. Визначення:

- **Класична** (або Предметна) **картографія** є мистецтвами, науками і технологіями виготовлення та використання карт.
- **Реляційна картографія** (РелКа) - узгоджені мистецтва, науки і технології виготовлення та використання відношень у картографічних системах і між картографічними системами.
- **Системна** (або Геоматична або просто) **картографія** - узгоджені та неузгоджені мистецтва, науки і технології виготовлення та використання карт, картографічних відношень і картографічних систем.

### Область досліджень Реляційної картографії

Як витікає з визначення РелКа областю її досліджень є «щось», з чого виготовляються і потім використовуються відношення в картографічних системах і між картографічними системами. У РелКа це «щось» є системою реальності. Система взагалі є впорядкованою парою  $(A, R)$ , де  $A$  є множиною елементів, а  $R$  – множиною відношень між елементами множини  $A$ , які утворюють єдність або органічне ціле [Клир, 1990]. Як елементи  $a \in A$ , так і відношення  $r \in R$  у наведеному визначенні можуть приймати різні значення. Якщо елементи є просторовими сутностями або явищами реального світу, маємо просторову систему. Якщо серед елементів множини  $A$  є карти або шари карт, то маємо картографічну систему.

Серед просторових систем виділяються геосистеми – просторові фізичні системи, що існують у фізичному світі реальності. Ці системи виділяються для того, щоб забезпечити непорожній перетин з системами, які вивчає фізична географія. Картографуванням сутностей або явищ фізичних систем займається галузь картографії, що називається топографією.

Крім фізичних систем серед просторових систем виділяються також просторові абстрактно-фізичні та абстрактні системи. Прикладами абстрактно-фізичних систем є комп'ютерні системи. Ці системи на початку розробки є абстрактними. У кінці розробки вони можуть перетворитись у фізичні системи, що реалізовані за допомогою комп'ютерів та програмного, інформаційного і документального забезпечення. Прикладом прос-

торової абстрактної системи є мова карти А. Лютого [Лютый, 1988].

Зауважимо, що описана вище область досліджень Реляційної картографії принципово не відрізняється від області досліджень картографії за А. Асланикашвілі. Наприклад, перше із чотирьох доведених у монографії [Асланикашвили, 1974] положень формулюється так (стор. 7): «Картография, как наука, имеет предметом своего познания объективно существующий порядок взаимного размещения (конкретное пространство) материальных предметов и явлений – природных и общественных, а также временное изменение этого порядка (конкретного пространства). Отображая конкретное пространство исследуемой действительности и его временное изменение, эта наука выявляет и 'картографически высказывает' пространственные структуры и закономерности сложных пространственных систем взаимодействующих предметов и явлений в их динамике. Однако не объясняет их, ибо это – дело соответствующих специальных наук». Розвиваючи це положення, [Асланикашвили, 1974] визначає символічний вираз ідеального конкретного простору як (далі ми замінили термін «об'єкт» (реальності) на «сутність»):  $RS(t)(Ssis, e1, e2, e3, \dots, en)$ ,

де R – відношення (relation); S – простір (spatium); sis – система (system); Ssis – просторова система відліку (більш точно, система координат просторової системи відліку як математичний вираз її фізичного сенсу); t – час (tempus); S(t) – простір у певний момент чи відрізок часу; e1, e2, e3, ..., en – сутності (entity) дійсності зі своєю матеріальною суттю, якісною та кількісною визначеністю та власною структурою. Така структура будь-якого існуючого конкретного простору, а значить і області досліджень картографії. Ідеальний конкретний простір є просторовим відношенням просторової системи відліку і досліджуваних сутностей дійсності (в певний момент або відрізок часу).

Зауважимо також, що наше розуміння області досліджень Реляційної картографії співпадає з розумінням реляційного простору у смислі наступного визначення. Реляційний простір – це точка зору на простір як на продукт відношень (реляцій) між сутностями. Простір у цій точці зору виникає у той же час як і сутності у ньому, що контрастує з абсолютним простором. Асоціюється з постструктуралістськими географіями [Cresswell, 2013].

### Методологія Реляційної картографії

Загальнонаукова частина методології досліджень Реляційної картографії, яка використовується, зокрема, для атласних систем (АтС), представлена на Рис. 1. Її отримано із [Flach, Kakas, 2010; fig. 1.1], що, в свою чергу, представляє теорію умовиводів Пірса (Peirce's inferential theory).

Пірс ототожнив три форми умовиводів – абдукцію, дедукцію та індукцію – з трьома стадіями

наукового дослідження: породженням гіпотези, прогнозуванням (передбаченням) та оцінюванням (Рис. 1). Модель наукового дослідження, що лежить в основі, працює наступним чином. Зустрічаючи множину спостережень, які модель має пояснити, вчений висуває початкову гіпотезу; потім модель використовується для дослідження, якими іншими істинними результатами (наслідки) цієї теорії можуть бути; і, нарешті, модель використовується для оцінювання, якою мірою ці прогнозовані (передбачені) результати (наслідки) узгоджуються з дійсністю. Пірс називає першу стадію, що завершується гіпотезою і пояснює початкові спостереження, абдукцією; прогнозування (передбачення), що використовує запропоновану гіпотезу – дедукцією; і оцінювання гіпотези за допомогою отриманих з її використанням прогнозувань (передбачень) – індукцією.



Рис. 1. Схема загальнонаукової частини методології досліджень Реляційної картографії

За такою схемою досліджувались відношення в і між АтС. Так, спочатку абдукцією ми отримали Концептуальний каркас (КоКа) Електронної версії Національного атласу України (ЕлНАУ). Потім КоКа ЕлНАУ застосували для прогнозування структури інших атласів і перевірили ці структури на практиці. Подібні дедукцію та індукцію ми використали при отриманні описаних у наступному розділі Атласної геоінформаційної моделі та системи (АГІМ і АГІС).

А саме, при отриманні АГІС Культурної спадщини (КС) з АГІМ-КС використано метод Концептуальних каркасів методології РелКа (Рис. 2). АГІМ1.0 показаний як параметризований пакет, де початковим станом моделі є ЕлНАУ.



Рис. 2. Методологія Реляційної картографії. Метод Концептуальних каркасів

## Сукупність знань про область досліджень Реляційної картографії

Для створення АГІС-КС кілька разів застосовано системний підхід – принцип проектування (і дослідження), при якому розглядається система в цілому, а не окремі її підсистеми [van Gigch, 1991].

Спочатку було застосовано метод КоКа (Рис. 2). Для цього спочатку ми припустили, що ЕлНАУ і модель сталого розвитку (СР) України можуть бути подібними. Щоб пересвідчитися у подібності двох моделей України ми перетворили структуру ЕлНАУ у вузькому розумінні (ЕлНАУв або ЕлНАУ на DVD) у структуру збалансованої моделі СР. При цьому ми скористалися повнотою і найбільшою ефективністю ЕлНАУв як моделі просторової системи держави. Потім ми побудували структуру повної моделі СР - АГІМ. Вона є подібною структурі ЕлНАУ у широкому розумінні (ЕлНАУш). Така АГІМ1.0 показана на Рис. 2 зліва. Системний підхід тут застосовується для отримання АГІС1.0, що показана на Рис. 2 справа.

При цьому кожну страту АГІМ також було отримано з використанням системного підходу. У цих випадках ми скористалися Каркасими Рішень (КаРі) Реляційної картографії. КаРі «працюють» між стратами. Вони забезпечують відповідність елементів нижчої страти (мета)елементам вищої страти. Елементами страт є системи або підсистеми системи даної страти. Так, відомим прикладом системи Аплікаційної страти є ЕлНАУ\_Edited. Розробники ЕлНАУв для отримання нових версій використовують ЕлНАУ\_Edited. Складові елементи ЕлНАУ\_Edited є редагуємими на відміну від елементів ЕлНАУв. Аплікаційний КаРі ЕлНАУ забезпечує відповідність між ЕлНАУ\_Edited і ЕлНАУв і тим самим реалізує системний підхід отримання елементів-систем або елементів-підсистем систем різних страт ЕлНАУш.

На даний момент накопичено вже багато знань про область досліджень РелКа. Причому більшість цих знань стосуються Класичних картографій. Тому більш точно науку було б назвати «класичною реляційною картографією». Однак ми віримо, що РелКа буде розвиватись. Реляційна картографія є другим виміром картографії у сенсі Дж. Кліра [Клир, 1990]. На даний момент перший вимір формують такі панівні концепції (парадигми) Класичних картографій кінця 20-го століття як Комунікативна (карта як зображення), Аналітична (карта як модель) і Критична (карта як задум) парадигми [Sui, Holt, 2008].

Зазначимо, що більшість знань про область досліджень РелКа представлено за допомогою поняття «конструкта», який визначається на сторінці [http://dic.academic.ru/dic\\_new\\_philosophy/613/КОНСТРУКТ](http://dic.academic.ru/dic_new_philosophy/613/КОНСТРУКТ) (доступ 2019-чер-29). Іншими словами, знання представлені теоретико-прак-

тичними конструктами, які можуть одразу застосовуватись на практиці. Серед конструктів особливе місце займають патерни, тому Реляційна картографія ще називається базованою на патернах картографією.

Картографічними є системи кількох видів: електронні атласи, атласні інформаційні системи, картографічні інформаційні системи тощо. Концептуальні каркаси (КоКа) і Каркаси рішень (КаРі) [Чабанюк, 2018] є фундаментальними патернами Реляційної картографії і складають її основу. Це архітектурні патерни – каркаси, які застосовуються до системи систем або до підсистем системи даної страти. Перший КоКа був отриманий для ЕлНАУ абдуктивними умовиводами у статті [Чабанюк, Дишлик, 2014]. КоКа національних Атласних систем у широкому розумінні (АтСш) на прикладі ЕлНАУ (ЕлНАУ2000 і ЕлНАУ2007) показаний зеленим прямокутником на Рис. 3. Справедливим буде також запис КоКа ЕлНАУш. Ми використовуємо запис КоКа національних АтСш, щоб показати, що цей самий КоКа справедливий і для інших національних атласів, наприклад, для Атласу Швейцарії.

КоКа АтСш (Рис. 3) є справедливим і для АГІМ-КС, яку отримано у монографії [Руденко, та ін., 2018] і запропоновано використовувати для забезпечення Сталого розвитку (СР) України. Далі ми деталізуємо опис АГІМ і показуємо, за допомогою яких конструктів і як вона отримана з застосуванням Реляційної картографії.

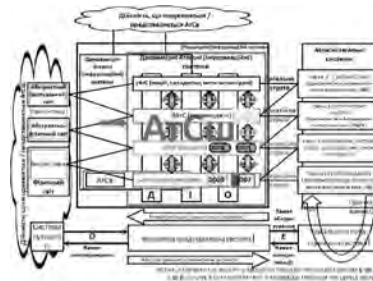


Рис. 3. КоКа АтСш і його відношення з просторовими системами (область досліджень) і атласними загальними системами

Дійсно, АГІМ є ешелюваною системою чотирьох страт, упорядкованих знизу-вгору відповідно до об'єму знань про модельовану дійсність. Незважаючи на термін модель, АГІМ є різновидом Просторової інформаційної системи. Елементи найнижчої, Операційної страти АГІМ можливо симіляризувати з моделлю ЕлНАУ2007. З точки зору користувачів ця страта називається Операційним ешелюном, або ешелюном кінцевих користувачів. Симіляризація тут значить, що існують відношення моделювання, які перетворюють модель ЕлНАУ у модель, подібну до моделі просторової системи



Наприклад, при ви-користанні добре відомих хороплетних карт пот-рібно знаходити базоване на патернах рішення. При цьому треба враховувати ієрархію патернів, що витікає з належності патерна конкретного виду до тієї чи іншої страти. Так, патерни проектування належать до Концептуальної страти, аплікаційні патерни належать до Аплікаційної страти, а опе-раційні патерни належать до Операційної страти. Ці патерни для сусідніх страт повинні бути у ви-значених відношеннях один з одним. Найзагаль-ніший патерн АГІМ називається Концептуальним каркасом системи, що створюється з його допомо-гою – АГІС-КС (Рис. 4).

### Висновки

У роботі коротко описані основні елементи но-вої картографічної науки – Реляційної картографії (РелКа). А саме, спочатку описано область дослі-джень і методологію отримання нових знань про область досліджень РелКа. Потім методологію РелКа використано для отримання нових знань про Атласну гео-інформаційну модель і систему Куль-турної спадщини (АГІМ-КС і АГІС-КС). Оскільки АГІМ-КС подібна до Концептуального каркасу Атласних систем, то читач має змогу отримати представлення про накопичені раніше знання РелКа.

АГІМ-КС і АГІС-КС можуть використовуватись для керування сталим розвитком України за допомогою індикаторів культурної спадщини регіонів. На відміну від аналітичного підходу, який відомий також як метод покращення систем [van Gigh, 1991], наш підхід є дійсно системним.

Звісно, що для побудови реальної АГІС-КС потрібно зробити ще дуже багато. У першу чергу розробка елементів АГІМ повинна випереджати розробку АГІС. Для цього потрібно скористатися вже наявними рішеннями. Наприклад, показаними на Рис. 4 результатами ISPIRE і CIDOC CRM..

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [Cauvin, et al., 2010] Cauvin Colette, Escobar Francisco, Serradj Aziz. Thematic Cartography. Vol-ume 1: Thematic Cartography and Transformations.- ISTE-Wiley, 2010.- 463 (486) p.
- [Cresswell, 2013] Cresswell Tim. Geographic Thought: A Critical Introduction (Critical Introduc-tions to Geography).- Wiley-Blackwell, 2013.- 290 (300) p.
- [CIDOC CRM, 2018] Definition of the CIDOC Conceptual Reference Model, Version 6.2.3, May 2018. Le Boeuf P., Doerr M., Ore C.E., Stead S., Cur-rent Main Editors. ICOM/CIDOC CRM Special Inter-est Group.- 287 (331) p.
- [Flach, Kakas, Eds., 2010] Flach Peter A., Kakas Antonis C., Editors. Abduction and Induction: Essays on their Relation and Integration (Applied Logic Se-ries 18).- Kluwer, 2000.- 309 (316) p.

5. [Holt, Perry, 2014] Holt Jon, Perry Simon. SysML for Systems Engineering: A model-based approach.- The Institution of Engineering and Technology, 2nd Ed.- 930 (950) p.

6. [Sui, Holt, 2008] Sui Daniel Z., Holt James B. Visualizing and Analysing Public-Health Data Using Value-by-Area Cartograms: Toward a New Synthetic Framework.- Cartographica, Vol. 43, Iss. 1, pp. 3–20.

7. [van Gigh, 1991] van Gigh John P. System design modeling and metamodeling.- Springer.- 453 p.

8. [Асланикашвили, 1974] Асланикашвили А.Ф. Метакартографія. Основные проблемы.- Тбилиси: Мецниереба, 1974.- 126 с.

9. [Клир, 1990] Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: Пер. с англ.- М.: Радио и связь, 1990.- 544 с.

10. [Руденко, та ін., 2018] Культурна спадщина в Атласній геоінформаційній системі сталого розви-тку України: Л.Г. Руденко, К.А. Поливач, В.С. Чабанюк та ін. / за ред. Л.Г. Руденка.- Київ: Інсти-тут географії НАН України, 2018.- 172 с.

11. [Чабанюк, Дишлик, 2014] Чабанюк В.С., Диш-лик О.П. Концептуальний Каркас Електронної версії Національного атласу України.- Українсь-кий географічний журнал, 2014, № 2, с. 58-68.

12. [Чабанюк, 2018] Чабанюк В.С. Реляційна кар-тографія: Теорія та практика.- Київ: Інститут гео-графії НАН України, 2018.- 525 с.

## RELATIONAL CARTOGRAPHY AND AN EXAMPLE OF ITS USE FOR GAINING NEW KNOWLEDGE

**Viktor Chabaniuk, Oleksandr Dyshlyk**

Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Ukraine NANU; chab@isgeo.kiev.ua, chab3@i.ua; dyshlyk@geomatka.kiev.ua

The article informs about a new cartographic sci-ence - Relational cartography. Three main compo-nents are briefly described for that purpose: 1) a do-main of inquiry, 2) a methodology (a coherent collec-tion of methods), for the acquisition of new knowledge within the domain as well as utilization of the knowledge for dealing with problems relevant to the domain, and 3) a body of knowledge regarding the domain. As an example, the use of Relational cartography describes the process of obtaining knowledge about so-called Atlas Geo-Information Model (AGIM), which can be used to create the Atlas Geo-Information System (AGIS) for sustainable de-velopment of Ukraine with the help of state indicators of the material cultural heritage of the region.

*Keywords* – Relational cartography; Conceptual framework; Framework solutions; Atlas Geo-Information Model and System (AGIM and AGIS).