

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра геодезії та картографії

На правах рукопису
УДК 528.91: 528.94+004.9

ІНТЕРАКТИВНІСТЬ В АТЛАСНІЙ КАРТОГРАФІЇ

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
Галузь знань 10 – “Природничі науки”
Спеціальність 103 – “Науки про Землю”
Освітня програма – “Картографія”

Випускна кваліфікаційна робота магістра
студента 2 курсу магістратури
Краковського Станіслава Павловича

Науковий керівник –
кандидат географічних наук, доцент
Курач Тамара Миколаївна

Допущено до захисту:
Протокол засідання кафедри № _____ від “ _____ ” _____ 20__ року
Завідувач кафедри _____ проф. Даценко Л. М.

Київ – 2021

РЕФЕРАТ

Дослідженню взаємодії в сучасній атласній картографії приділено недостатньо уваги, а питання інтерактивності, як правило, зосереджені лише на графічному інтерфейсі електронних атласів та їх інтерактивних функцій. Для заповнення цієї прогалини в роботі запропоновано концепцію атласної взаємодії як окремого виду взаємодії між користувачами та електронними атласами, а також атласної інтерактивності як ступеню, у якій користувачі та/або атлас здатні підтримувати взаємодію. Окрема увага приділена інтерактивності електронних атласів, для якої розроблено алгоритм оцінки за окремими показниками інтерактивності. З'ясовано відмінності між інтерактивними функціями та операторами взаємодії, створено класифікацію інтерактивних функцій, яка враховує досвід попередніх класифікацій, а також сучасні тенденції розвитку електронних атласів. Отримані результати ґрунтуються на аналізі електронного атласного картографування та праць із взаємодії та інтерактивності в картографії. Зокрема, проведено дослідження еволюції концепції атласу в часі та у розрізі парадигм картографії, з'ясовано сутність та відмінності понять «взаємодії» та «інтерактивності», їх міждисциплінарні витоки та характер застосування в картографії. Результати дослідження можуть бути використані у процесі розробки електронних атласів, з метою її пришвидшення та спрощення, а також у теоретичних дослідженнях, присвячених концепції електронного атласу та аспектам його використання різними категоріями користувачів.

Ключові слова: атласна картографія, електронний атлас, взаємодія, атласна взаємодія, інтерактивність, атласна інтерактивність, інтерактивність атласу.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЕЛЕКТРОННОГО АТЛАСНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ.	10
1.1. Еволюція поглядів в атласній картографії: від концепції паперового атласу до першого електронного атласу.	10
1.2. Інтерактивні атласи та атласні інформаційні системи.	19
1.3. Атласні платформи – атласи сучасності.	31
1.4. Електронне атласне картографування в Україні.	38
РОЗДІЛ 2. ВЗАЄМОДІЯ ТА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ.	46
2.1. Сутність понять взаємодії та інтерактивності.	46
2.2. Взаємодія та інтерактивність в картографічних дослідженнях.	55
2.3. Аналіз досліджень інтерактивності в атласній картографії.	77
РОЗДІЛ 3. АТЛАСНА ВЗАЄМОДІЯ ТА АТЛАСНА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ.	86
3.1. Концепція атласної взаємодії.	86
3.2. Інтерактивність атласу як складова атласної інтерактивності.	93
3.3. Класифікація інтерактивних функцій атласів.	98
ВИСНОВКИ	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	108
ДОДАТКИ	118

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

AtIS	–	атласна інформаційна система
АтласНС	–	Атлас природних, техногенних, соціальних небезпек і ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в Україні
AtP	–	атласна платформа
AtS	–	атласна система
БК	–	базова карта
GIS	–	геоінформаційна (i) система(и)
ДНВП	–	державне науково-виробниче підприємство
EA	–	електронний атлас
ЕЛНАН	–	Електронна версія Національного атласу Нідерландів (De Nationale Atlas van Nederland)
ЕЛНАУ	–	електронна версія Національного атласу України
ІПТ	–	ПрАТ «Інститут передових технологій»
IS	–	інформаційна система
КаРi	–	архітектурний патерн Каркасів рішень реляційної картографії
КІС	–	картографічна інформаційна система
КоКа	–	архітектурний патерн Концептуальних каркасів реляційної картографії
МАtIS	–	мультимедійна атласна інформаційна система
МКА	–	Міжнародна картографічна асоціація
НПД	–	національна інфраструктура просторових даних
ПА	–	паперовий атлас
PrIS	–	просторова інформаційна система
РадАтлас	–	Атлас радіоактивного забруднення України
РГІС	–	Радіоекологічна ГІС
AoS	–	Atlas of Switzerland (Атлас Швейцарії)
AoS-online	–	Atlas of Switzerland-online (Атлас Швейцарії Онлайн)
APS	–	SwissAtlasPlatform (Швейцарська Атласна Платформа)
ATB	–	atlas toolbox (набір інструментів атласу)
DAIS	–	Dutch Atlas Information System (AtIS Нідерландів)
HCI	–	human-computer interaction (людино-комп'ютерна взаємодія)
HADES	–	Hydrological Atlas of Switzerland (Гідрологічний атлас Швейцарії)
USD	–	user-centered design (проекування, орієнтоване на користувача)

ВСТУП

З появою мікрокомп'ютерів наприкінці 1980-х рр. дослідницький фокус картографії почав поступово зміщуватися з паперової до електронної картографічної продукції. Ця тенденція не оминула і атласну картографію, яка у всі часи акумулювала передові наукові ідеї та підходи, створюючи найбільш престижні та складні картографічні твори, серед яких особливе місце займають національні та регіональні атласи. Так, вже у 1980-х рр. велись роботи щонайменше над трьома електронними національними атласами – Канади, Швеції та Нідерландів. Водночас розроблялися теоретико-методологічні положення електронного атласного картографування, де найважливішим питанням було створення концепції електронного атласу (ЕА). Пік розвитку електронного атласного картографування припав на період (1990 – 2000 рр.), коли, зокрема, було реалізовано та запропоновано стратегію впровадження більшості електронних національних атласів, які існують сьогодні. На жаль, кількість атласних проектів, публікацій та нових ідей значно скоротилися після 2010-х рр. Виявилось, що загальноприйнятої концепції ЕА так і не було створено, а іншими серйозними проблемами атласної картографії, на думку представників Комісії з атласів Міжнародної картографічної асоціації (МКА), є непривабливий дизайн та одноманітна візуалізація в атласах [97]. У підсумку, сьогодні відсутній значний інтерес міжнародної спільноти картографів до атласів.

Натомість в Україні атласне картографування історично було і залишається одним із основних напрямів розвитку картографії країни. Це пов'язано з багаторічною діяльністю Інституту географії НАН України, а також картографічними підприємствами, які забезпечують систему шкільної освіти атласною продукцією. На жаль, те саме не можна сказати про електронну картографію України, яка довгий час відставала від світових тенденцій. В останні роки ситуація почала змінюватися у зв'язку зі становленням в Україні концепції реляційної картографії, яка дозволила наздогнати Захід, а у деяких теоретичних аспектах навіть випередити. Важливо відзначити, що в реляційній

картографії особлива увага відводиться атласам або атласним системам (АТС) поряд із іншими просторовими інформаційними системами (ПрІС), з якими пов'язується подальший розвиток картографії як науки. Останнє додає оптимізму міжнародним перспективам атласної картографії та її актуальності.

Іншою особливістю комп'ютеризації та глобалізації (завдяки мережі Інтернет) картографії стало розмиття меж між створенням та використанням картографічних творів, а також поява проміжної ланки у вигляді комп'ютерного пристрою (картографічного інтерфейсу) між користувачами та картографічними моделями. Зміна методики розробки та середовища поширення картографічних творів, характеру взаємодії користувачів із картографічними творами спонукали до розширення області досліджень картографічної науки. Так, міждисциплінарні зв'язки картографії доповнилися інформаційними науками, зокрема людино-комп'ютерною взаємодією (human-computer interaction, HCI) та проектуванням, орієнтованим на користувача (user-centered design, UCD). Вже у 1990-х рр. у понятійно-термінологічній апаратурі картографії введено поняття інтерактивної картографії, інтерактивної карти та ін. Варто сказати, що на перших етапах концепція інтерактивності в картографічних дослідженнях була віднесена до питань проектування картографічних інтерфейсів та інших технологічних аспектів створення та функціонування картографічних продуктів. Наприкінці 1990-х – початку 2000-х рр. акцент змістився на інтерактивні функції та інтерактивні оператори картографічної взаємодії, розроблялися класифікації на основі завдань взаємодії. Роботи даної тематики, окрім картографії (геовізуалізації), активно залучали досягнення HCI, науки про візуалізацію інформації та геовізуальну аналітику. З 2000-х рр. у дослідженнях картографічної інтерактивності акцент все більше зміщується на користувачів і ця тенденція, властива усій картографії, зберігається і дотепер.

Визначною подією для інтерактивної картографії варто вважати появу фундаментальної наукової роботи Р. Рота [92] у 2011 р., в якій започатковується «наука о картографічній взаємодії». Подібних робіт із розвитку цієї тематики досліджень у картографії досі не має. Навпаки, можна говорити про зниження

інтересу до картографічної взаємодії та інтерактивності, які сьогодні є другорядними темами на фоні UCD досліджень у картографії та аспектів використання карт.

У дисертаційній роботі Р. Рот ставить велику кількість дослідницьких питань, які повинні бути вирішені в галузі картографічної взаємодії та картографії зокрема. На деякі питання відповіді були запропоновані колегами та учнями Р. Рота, однак більшість питань ще потребують ретельного дослідження. Серед таких виділимо наступне: «Чи відрізняється картографічна взаємодія в контексті інтерактивної карти порівняно з системами, що базуються на карті? Чи впливає таке розмежування на принципи проектування картографічної взаємодії та використання?» [93, Табл. 1]. За Р. Ротом до «систем, що базуються на карті» можна віднести і (електронні) атласи, під якими ми розуміємо різновид картографічних інформаційних систем (КІС), що моделюють просторові системи певного рангу. Сьогодні дослідження інтерактивності або взаємодії в атласному контексті не є поширеними. Як правило, розглядаються питання проектування та вдосконалення графічного інтерфейсу користувача атласів, їх інтерактивних функцій.

Наразі ще недостатньо розроблено методологічні аспекти створення та функціонування ЕА. Так само залишаються питання у сфері використання атласів. Взаємодія та інтерактивність є концепціями, які нерозривно пов'язані з цими двома дослідницькими темами атласної картографії. Ми сподіваємося, що їх цілеспрямоване дослідження в атласному контексті сприятиме подальшому розвитку як атласної картографії, так і інтерактивної картографії.

Мета роботи полягає у розробці теоретико-методичних положень інтерактивності як властивості електронних атласів.

Для досягнення поставленої мети окреслено наступні **завдання**:

- 1) проаналізувати у часі зміни концепції атласу як картографічного твору;
- 2) виявити тенденції розвитку електронного атласного картографування в Україні;

- 3) розглянути поняття взаємодії та інтерактивності, їх інтерпретацію й використання в інтерактивній картографії;
- 4) проаналізувати дослідження інтерактивності в атласній картографії;
- 5) обґрунтувати створення концепції атласної взаємодії та розкрити її зміст;
- 6) розкрити сутність атласної інтерактивності та інтерактивності атласів;
- 7) розробити класифікацію інтерактивних функцій електронного атласу.

Об'єктом дослідження є інтерактивність та взаємодія в атласній картографії.

Предметом дослідження є теоретико-методичні положення атласної взаємодії та інтерактивності як властивості електронних атласів.

Наукова значимість дослідження полягає у розробці теоретичних та методичних положень атласної взаємодії та інтерактивності електронних атласів, зокрема:

- проаналізовано еволюцію концепції атласу в часі та у розрізі парадигм картографії;
- обґрунтовано створення концепції атласної взаємодії з розкриттям її змісту;
- введено поняття атласної інтерактивності;
- розроблено алгоритм оцінки інтерактивності електронних атласів;
- запропоновано класифікацію інтерактивних функцій електронних атласів.

Практична важливість отриманих результатів. Теоретичні та методичні результати дослідження можуть бути використані для подальших досліджень електронних атласів (їх концепції, архітектури, структурних елементів, технологічних можливостей, інтерактивності й інтерактивних функцій), сфери використання атласів (атласної взаємодії), а також

безпосередньо у процесі розробки електронних атласів (спрощення та пришвидшення розробки, допомога у виборі інтерактивних функцій).

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЕЛЕКТРОННОГО АТЛАСНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ.

1.1. Еволюція поглядів в атласній картографії: від концепції паперового атласу до першого електронного атласу.

Сьогодні термін «атлас» набув міждисциплінарного статусу і широко використовується поза межами географії та картографії. Для підтвердження цього достатньо звернутися до пошукового сайту наукових публікацій Semantic Scholar (дата звернення – 03.08.2020) із запитом «atlas». Система надає 330 000 результатів, з яких 104 000 припадає на медицину та лише близько 55 000 на географію, геологію та природничі науки (environmental science). Для розуміння різниці між первісним і сучасним змістовним навантаженням поняття атласу у картографії звернемося до історії. За вихідне визначення атласу приймемо одне з найбільш простих та розповсюджених: «Зібрання карт у вигляді книги» [65, с. 804] або «зв'язана колекція карт, що часто включає ілюстрації, інформативні таблиці або текстові матеріали» [67].

Термін «атлас» для позначення зібрання карт було вперше введено Герардом Меркатором у 1595 р. (*Atlas sive Cosmographicæ Meditationes de Fabrica Mundi et Fabricati Figura*), як прийнято вважати, на честь давньогрецького бога Атланта (Атласа), який був засуджений тримати на своїх плечах небо у вигляді кулі. Можемо зробити висновок, що вживання цього терміну для позначення більш ранніх картографічних (географічних) робіт, це виключно ініціатива науковців, які під час дослідження виходили з пануючих або особистих уявлень про атлас. На нашу думку, це невірний підхід. Більш детальний аналіз ранніх «атласів» допоможе для подальшого теоретичного осмислення цього поняття.

У праці [2] атласами названо такі твори XIV століття як «Каталонський атлас» та «Атлас Медичі». «Каталонський атлас» є великою картою, складеною з декількох аркушів, а «Атлас Медичі» складається з 8 аркушів різного змісту

(календар, карта світу, портолани, схеми). Обидва твори не можна назвати атласами, навіть посилаючись на найпростіше визначення. К. Саліщев у своїй ранній роботі [13] з обережністю використовує термін «атлас», називаючи першим прообразом сучасного атласу лише друковане видання «Географії» або «Географічного керівництва» Клавдія Птоломея (приб. 90–168 рр.), яке побачило світ у 1478 р. та складалося з 8 томів та зібрання карт. Цілеспрямований підбір карт, градусна сітка, видання у вигляді книги та інші елементи, дійсно, дозволяють вважати цей твір атласом.

Винайдення книгодрукування, географічні відкриття, розвиток картографії, спричинений поширенням праць Птоломея та інших давньогрецьких та арабських географів-картографів, сприяє появі у XVI столітті великої кількості творів, які можна охарактеризувати як зв'язані колекції карт у вигляді книги. Цікаво, що «фігура Атласа з'явилася на титульній сторінці атласу, виданого в Римі приблизно в 1575 р. Антоніо Лафрері, і з тих пір прикрашала обкладинки багатьох переплетених зібрань карт» [70, с. 187]. Однак, на першому виданні атласу Меркатора «Атлас або космографічні міркування...» (1595 р.) зображений не титан, що тримає небо, а людина, яка виконує вимірювання за глобусом. В. Чуркін переконливо доводить, що Г. Меркатор мав на увазі не титана, а «міфічного царя Атласа – мудрого філософа, математика та астронома» [19, с. 13]. Так, ще на одному з рисунків атласу Б. Аньєзи (1456 р.) зображено старця, що тримає глобус, та космографа, який проводить вимірювання [19].

Часто першим атласом, у сучасному розумінні, називають «Театр Земного Кола» (*Theatrum orbis terrarium*) А. Ортелія 1570 р. видання, посилаючись на його інноваційну структуру. Так, 70 карт атласу на 53 аркушах були ретельно підібрані за відомими частинами світу та мали текстовий опис. А. Ортелій привів до одного формату карти 87 авторів та склав зміст у алфавітному порядку, де кожній країні відповідав певний номер аркуша. Атлас отримав велику популярність та згодом витіснив «Географію» Птоломея.

Ідея створити атлас виникла у Г. Меркатора ще у 1569 р., причому їм була задумана всеосяжна праця з космографії, що включала опис неба – астрономію,

та опис Землі – географію [19]. Г. Меркатор укладав свій атлас як цілісний твір, у якому карти об'єднувались спільним задумом та узгоджувалися не тільки за форматом, але й за змістом. Атлас містить шмуцтитули, таблиці та описи до карт, покажчики географічних назв. Більшість країн розкривається у серії карт, порядок яких чітко встановлено (наприклад, з півночі на південь).

На відміну від А. Ортелія, Г. Меркатор кожен карту атласу укладав заново, оскільки карти різних авторів відрізнялися як манерою виконання, так і географічними похибками та невідповідностями. Атлас Меркатора яскраво виділявся узгодженістю змісту, достовірністю карт, «науковим» підходом до створення і може вважатися «зібранням карт, систематично підібраних та розміщених на папері однакового розміру, з уніфікованим макетом компоновки карти та дизайну, як правило, у зброшурованій (книжковій) формі» [32, с. 75]. Проте Атлас Меркатора не міг претендувати на повноту, оскільки не вся територія Європи була охоплена, а інші частини світу обмежувалися лише загальною картою. Саме тому у перших редакціях він не отримав широкого поширення та визнання. А інші атласи того періоду та наступні редакції Атласу Меркатора все ще залишалися більш простими творами.

Представники критичної парадигми картографії вважають, що атлас замислювався Г. Меркатором не як місце для пошуку фактів, а як предмет для читання. Атлас повинен розповідати історію. Об'єднання карт у книгу та характер їх зв'язування допомагає краще розповісти історію [110]. Незважаючи на дискусійність такого твердження, сьогодні компонент «сторітелінгу» прийнятий однією з основних функцій атласу більшістю представниками комунікативної, кіберкартографічної та геовізуалізаційної парадигм картографії.

Згодом атласом почали називати не тільки зібрання карт на географічні (кліматичні, геологічні та ін.) або історичні теми, але й роботи з інших галузей науки, які не містять карт (наприклад, Атлас Анатомії або Атлас вина). Останні, найімовірніше, позначають «зібрання інформації, що охоплює галузь знань» [88, с. 100]. Чому так сталося точно не відомо. Можливо, це було пов'язано з престижем ранніх атласів та великим об'ємом інформації в них, які, як Атлас

Меркатора, супроводжувалися текстовими описами і намагалися вичерпно висвітлити тогочасні уявлення про географію Землі. Подібні твори не будуть предметом нашого дослідження, оскільки «доречними найменуваннями для продуктів з цією концепцією є “лексикон”, “енциклопедія” або “каталог”» [106, с. 4].

Географічний атлас також можуть називати енциклопедією: «Атлас — це географічна енциклопедія, що концентрує знання і уявлення про місцевість і життя суспільства. Інформація передається в наочній, дохідливій для прочитання і вивчення формі» [14, с. 3]. Нам уявляється, що вважати географічний атлас енциклопедією позбавлено сенсу. Призначення енциклопедії – механічне та максимально повне зібрання відомостей про певну галузь знань, часто у текстовій формі. Географічні атласи для передачі відомостей, окрім тексту, використовують насамперед картографічну мову і мають набагато більше функцій. Для уникнення двозначності, в подальшому будемо розглядати атласи як картографічні твори.

В картографії поняття атласу нового якісного розуміння отримало лише у ХХ столітті. Історія розвитку атласної картографії до цього періоду детально висвітлена в роботах [2; 5; 19; 102-103] та ін. Особливу увагу заслуговують останні праці, один з редакторів якої (Дж. Харлі) вважається засновником критичної парадигми картографії. Погляд на карти, як соціальні конструкти та вирази влади й знань, має найбільшу вагу саме в контексті історичних картографічних творів. Протягом багатьох століть придбати карти та атласи, які були справжніми витворами мистецтва, мали змогу лише заможні люди та правителі або, як пише Дж. Харлі: «Картографія, яке б інше культурне значення не надавалося їй, завжди була “наукою про принців”» [48, с. 56]. А в епоху колоніалізму державами, за посередництвом карт та атласів, проголошувалися територіальні претензії та нав'язувалося власне бачення поділу світу.

Одним із результатів розвитку тематичного картографування другої половини ХІХ ст. стала поява на 7-му Міжнародному географічному конгресі у

Берліні першого національного атласу – Атласу Фінляндії (1899 р.). ХХ століття увійде в історію атласної картографії як епоха національних атласів [103].

Пізніше національний атлас був визначений як «комплексний географічний атлас окремої країни, який містить звід і узагальнення сучасних наукових знань з фізичної, економічної і політичної географії країни» [9, с. 3]. Подібне визначення добре характеризує територіальне охоплення та широту тематичного складу, однак позбавлене конкретизації картографічного змісту поняття атласу. Активізація теоретико-методологічних досліджень в атласній картографії почнеться лише з 1960-х рр. До цього часу акцент буде зміщений на технічні аспекти створення та забезпечення картографічними матеріалами тематичного змісту атласу, причому доволі строкатого [103]

У 1956 р. на 18-му конгресі Міжнародного географічного союзу, створення національних атласів було названо однією з найважливіших завдань географів [76]. З метою підвищення якості національних атласів та їх уніфікації (для можливості порівняння та співставлення) було створено Комісію національних атласів, яку до 1972 р. очолював К. Саліщев. Саме К. Саліщевим було переосмислено поняття атласу, яке в останній редакції звучить так: «Географічним атласом називається систематичне зібрання географічних карт, виконане за загальною програмою як цілісний твір. Атлас не просто набір різних географічних карт, не механічне їх об'єднання у вигляді книги або альбому; він включає в себе систему карт, органічно ув'язаних між собою та доповнюючих одна одну, систему, обумовлену призначенням атласу і особливостями його використання» [12, с. 185].

У 1960 р. на конгресі в Стокгольмі під редакцією К. Саліщева вийшла монографія [9], в якій містився аналіз існуючих національних атласів та рекомендації зі створення тих, що готуються. Робота у тому ж році була переведена на французьку, а англomовна версія побачила світ лише у 1972 р. Після конгресу комісія поширила свої інтереси ще на регіональні атласи, змінивши назву на «Комісія національних та регіональних атласів». Як результат, у 1964 р. вийшла англomовна монографія «Регіональні атласи..» під

редакцією К. Саліщева. Результати обох монографій комісії були узагальнені у фундаментальній праці [7]. Ці роботи базувалися на модельно-пізнавальній парадигмі картографії, у якій карта вважалася образно-знаковою моделлю, що відтворює ту чи іншу частину дійсності в схематизованій (генералізованій) і наочній формі. К. Саліщев особливо підкреслював, що картографічні моделі слугують не тільки для передачі інформації, але й як засоби отримання нових знань про об'єкти та процеси дійсності. Так, на теренах Радянського Союзу з 1960-х рр. картографія отримала статус пізнавальної науки.

Хоча всі результати атласної комісії носили рекомендаційний характер, за період з 1960 р. по 1978 р. національні атласи опублікували 42 країни. До 1960 р. такі атласи були створені лише у 12-ти країнах [103] (у 26-и за [76]).

Вперше атласи були названі моделями геосистем представниками модельно-пізнавальної парадигми картографії при впровадженні системного підходу в комплексне картографування: «У комплексному атласі моделюються основні характеристики геосистем, причому інформація дається в систематизованому, формалізованому та уніфікованого вигляді» [7, с. 585]. Пізніше розуміння атласу як моделі було розвинуто О. Берлянтом: «Комплексний атлас – це складна картографічна модель з системною організацією, у рамках якої можуть створюватися багато похідних системних картографічних моделей» [4, с. 45]. Варто зазначити, що на практиці інтерес представників модельно-пізнавальної парадигми був направлений насамперед на карти у складі атласу (окремі властивості геосистем), а не на атлас як цілісне утворення (модель геосистеми). Ця особливість була помічена О. Володченком: «Акцент у таких дослідженнях робиться на «застосуванні карт для наукового опису, аналізу і пізнання явищ», а не на аналізі і дослідженні власне атласів як самостійних інформаційних моделей, реальних і не реальних (вигаданих) моделей світів, явищ, об'єктів тощо» [6, с. 15].

Наукова основа атласів, втілена у модельно-пізнавальній парадигмі К. Саліщева, не отримала поширення та розвитку за кордоном (за винятком країн соціалістичного табору). Зарубіжні картографи, як правило, переймалися

утилітарною стороною картографії, пов'язаною насамперед з технологіями створення та ефективністю використання карт, що добре виражено Ф. Ормелінгом: «Вони [картографи] є представниками швидкозростаючої індустрії послуг, яка повинна надавати карти, актуальні і розбірливі карти для все більш розширюваних і різноманітних категорій користувачів. При виконанні цього завдання майже немає місця для філософського підходу» [76, с. 11]. До концептуальних положень атласу західні картографи звернуть особливу увагу лише з появою електронних атласів та засобів мультимедії в площині парадигм геовізуалізації та кіберкартографії у 1990-х рр. Проте у третій редакції роботи [59, с. 159] атлас досі визначається як «структуровані комбінації карт або набори даних для досягнення конкретних цілей». У 2019 р. в англійській спільноті картографів явно припустили, що атлас може вважатися системою. При цьому системні властивості пов'язуються з відношеннями у структурі атласу та (серіях) карт атласу, виражених мовою карти [107]. Варто зазначити, що і деякі послідовники К. Саліщева також висловлюють схожі думки: «У класичному атласі тільки змістовну частину можна розглядати як систему, що складається з ієрархії підсистем: розділи, підрозділи (групи карт), окремі карти, елементи карт, елементи змісту карт. Елементами системи можуть бути об'єкти змісту. Тільки змістовна частина комплексного атласу у цілому дозволяє отримати комплексний опис території, що картографується» [8, с. 14].

Серед англійських монографій з атласного картографування за останні декілька десятиліть можна назвати лише [54], яка присвячена проектуванню, створенню та деяким аспектам використання атласів, насамперед електронних.

У 1980–1990-х рр. атласні стандарти, запропоновані К. Саліщевим, перестали задовольняти вимоги атласної картографії через використання нових технологій [103, с. 97]. Монографія [7] була присвячена головним чином методиці створення паперових атласів та особливостям змісту тематичної складової атласів. Методика дуже залежна від технологій і може докорінно змінюватися (що сталося при переході від аналогової до електронної форми

представлення). А питання тематичної складової атласу насамперед входять до кола досліджень спеціальних наук або тематичної картографії та не є сталими.

Отже, ключовими ланками концепцій атласу у «паперову епоху» можливо виділити: формат у вигляді книги з певним фіксованим набором структурних елементів та уніфікованою компоновкою; атлас як систему карт; атлас як модель геосистеми; атлас як інструмент для розповіді (географічних) історій; атлас як інструмент передачі інформації та знань; атлас як інструмент дослідження.

Виникнення електронних атласів (ЕА) стала можливою завдяки розвитку інформаційних технологій та мультимедії. Під мультимедію, як правило, розуміється «галузь, пов'язана з керованою комп'ютером інтеграцією тексту, графіки, малюнків, нерухомих та рухомих зображень (відео), анімації, звуку та будь-яких інших засобів медіа, де кожен тип інформації може бути представлений, збережений, переданий та оброблений цифровим способом» [34]. Термін «мультимедія» почав використовуватися в картографії з середини 1980-х рр. з появою лазерних дисків та CD-ROM, а першим мультимедійним картографічним проектом вважається Aspen Project, створений у Массачусетському технологічному інституті у 1978 р. Нові технології дозволили створювати комп'ютерні інтерфейси, які надавали можливість користувачам взаємодіяти з електронними картами. Важливою подією на шляху інтеграції мультимедії та картографії, яке відкрило нове середовище для розповсюдження та створення картографічних творів, стало виникнення у 1991 р. Всесвітньої мережі (World Wide Web, веб) та гіпертекстової мови сценаріїв (HyperText Markup Language (HTML)).

У роботі [89] були виділені основні передумови розвитку ЕА:

- розробка недорогих і потужних мікрокомп'ютерів;
- створення географічних баз даних, які можуть містити або цифрові базові карти, або просторові тематичні дані;
- оновлення концепції та видання учбових атласів, а також передачі географічної інформації в цілому;

- інтеграція географічної інформації в комп'ютеризовані інформаційні системи; і
- поширення концепції гіпертексту, зокрема у таке програмне забезпечення, як засоби HyperCard, і застосування структурованої географічної інформації до електронного атласу.

Попередником ЕА прийнято вважати проект «Domesday» – електронну енциклопедію Великобританії на оптичних носіях, яка побачила світ у 1986 р. Хоча ця електронна система містила масштабовані карти, «Domesday» – це насамперед мультимедійний продукт, який репрезентував велику кількість текстів, діаграм, фото та відео матеріалів з прив'язкою до певної географічної місцевості. Заслужують уваги такі інтерактивні можливості «Domesday», як вибір об'єктів та вимірювання відстаней на карті, а також послідовне перемикання фотозображень в населених пунктах – прообраз Google Street View. Недоліками цієї системи називають статичну базу даних, обмежені аналітичні можливості та залежність від конкретного обладнання – мікрокомп'ютера BBC [100].

Щодо появи першого ЕА наразі немає консенсусу. Ф. Тейлор першим ЕА називає Цифровий Атлас Світу, створений Delorme Mapping Systems у 1986 р. Аналітичні та інтерактивні функції цього атласу були доволі обмеженими.

Часто першим ЕА вважають атлас Арканзасу (1987 р.). Він складався приблизно зі 100 карт, які були репрезентовані як статичні зображення з можливістю їх перегортання та перегляду за допомогою команд з клавіатури. За класифікацією [59] цей продукт віднесено до атласів тільки для перегляду (view-only), які були найбільш поширені у 1980–1990-х рр. ЕА тільки для перегляду, як правило, є переведеннями друкованого видання атласу у електронну версію з додаванням мінімальних інтерактивних можливостей. Фактично їх можна вважати моделями-репрезентаціями насамперед паперових атласів (ПА), які крім усіх недоліків ПА, можуть містити й інші, обумовлені незручним інтерфейсом, використанням сканованих паперових карт з низькою роздільною здатністю

тощо. Ф. Ормелінг прирівнює атласи тільки для перегляду до ПА, посилаючись на необхідність «адекватного застосування нових технологій» [74]. На нашу думку, справа не лише у технологіях, а у тому, що в ЕА даного типу не закладено якоїсь нової концепції, оскільки вони просто відтворюють ПА у мультимедійній оболонці. Для позначення таких атласів також використовується вираз «електронний образ ПА» [18].

Атласи тільки для перегляду створюються і в ХХІ ст. У якості приклада можна навести Національний атлас Росії, електронні версії томів якого виходили з 2006 р. по 2011 р. На нашу думку, «електронний образ ПА» є більш вдалим терміном, оскільки подібні ЕА варто називати ПА у мультимедійній оболонці. Так, ЕА Іспанії 1986-2008 [27] є репрезентацією сторінок ПА, але у якісній мультимедійній оболонці з залученням відео- та аудіоефектів. Те саме можна сказати про Buscon del Atlas Nacional de Espana, який додатково оснащений деревом змісту, інструментами пошуку та іншими засобами взаємодії з зображеннями ПА.

За Б. Рустедом [94], у 1992 р. на зібранні Комісії з атласів було представлено вісім ЕА. Серед них три національні: Національна інформаційна система (Нідерланди), Національний атлас Канади та ПК-Атлас Швеції (перший прототип зв'язався у 1985 р. [103]). Першим же національним атласом потрібно вважати Атлас Канади, роботи по створенню прототипу якого почалися ще у 1983 р. [100], а у 1987 р. було прийнято рішення оновити атлас до системи, орієнтованої на виробництво. Цей атлас вже містив інтерактивні та аналітичні функції.

1.2. Інтерактивні атласи та атласні інформаційні системи.

Прийнято вважати, що термін «електронний атлас» було вперше вжито Є. Сікієрською у 1983 р. [94]. Вона також зробила одне з перших визначень ЕА: «Електронний атлас – це нова форма картографічного представлення і може бути

визначений як атлас, розроблений для використання насамперед на електронних носіях» [100, с. 11].

У першій половині 1990-х рр. відбувається становлення геовізуалізаційної парадигми, яка увібрала в себе ідеї комунікативної, когнітивної, аналітичної та частково критичної парадигм картографії, а також наукової візуалізації. Тепер завдання картографії полягає у візуалізації даних, де візуалізація розглядається з точки зору використання карт (а не з точки зору створення карт або дослідницьких підходів до картографії). Основна ідея полягає в тому, що використання карти можна уявити як тривимірний простір, утворений континуумами: (1) від приватного використання карти до загальнодоступного; (2) використання карти, яке спрямоване на виявлення невідомого в порівнянні з представленням відомого; і (3) використання карти, яке має високу ступінь взаємодії між людиною і картою. Під впливом геовізуалізаційної парадигми найбільшого поширення отримала наступне перевизначення атласу: «...було б доцільніше визначити [ЕА] як певним чином підібрану комбінацію спеціально оброблених наборів просторових даних разом з програмним забезпеченням для створення карт» [59, с. 161].

Розмірковуючи над новою концепцією ЕА, К. Келлер припустив, що «...швидше, питання повинно полягати в тому, чи буде спільнота користувачів атласу підтримувати та оплачувати атласні рішення, які ми розробляємо. Зрештою, готовність користувачів придбати та використовувати наші нові продукти буде кінцевим мірилом успіху чи невдачі» [56, с. 25]. Подібні думки – результат курсу орієнтації картографії (зарубіжної) на користувача, який почав набирати обертів ще наприкінці 1970-х рр. Комунікативна парадигма картографії, яка за основну мету ставила передачу інформації користувачам, критична парадигма, яка виникла наприкінці 1980-х рр. та розглядала соціальний, політичний та історичний контекст картографії, а також неокартографія – явище, яке стало можливим завдяки появі Google Maps та OpenStreetMap, постійно загострювали увагу картографії на потребах пересічних користувачів та стимулювали відповідні дослідницькі теми.

У 1996 р. Ф. Ормелінгом в роботі [74] були детально проаналізовані функції ЕА та створено ієрархію найважливіших функцій, а роком пізніше ним була озвучена нова концепція атласів з наступним визначенням: «Атласи – це систематизовані та узгоджені зібрання географічних даних в аналоговій або цифровій формі, що представляють конкретну область та/або одну або кілька географічних тем, засновані на конкретній меті чи розповіді, разом із інструментами навігації, пошуку інформації, аналізу та представлення. Атласи мають специфічну структуру, що пояснюється територіальним акцентом та послідовністю, в якій ці карти слідують одна за одною» [73].

А. Борхерт [32] класифікує мультимедійні атласи на основі таких концепцій: загальної, виробничої, медіа, пошуку інформації та взаємодії з картами. Наведені концепції зачіпають переважно технічні питання, а загальна концепція визначається змістом, призначенням та цільовими користувачами. Автор також виокремлює численні переваги мультимедійних атласів над паперовими, до основних характеристик відносячи гнучкість, нелінійність, динаміку, медіальність, актуальність, розширюваність, доступність та роздільну здатність.

Перше визначення АТІС було запропоновано Ф. Ормелінгом: «АТІС – це комп'ютеризована геоінформаційна система, приурочена до конкретної території або теми у поєднанні з заданою метою, для розкриття якої домінуючу роль відіграють карти» [72, с. 2127]. Воно повністю відповідало визначенню аналітичних атласів з функціональної класифікації ван Ельзаккера та було пізніше поглиблено в роботі В. Тікунова: «за функціональними можливостями АТІС відносяться до вищого класу електронних атласів і застосовуються у вигляді систем підтримки прийняття рішень, розробки сценаріїв розвитку території та ін. Вони мають розвинені моделюючі функції, можуть інтегрувати експертні системи і оформлятися як повномасштабні мультимедійні конструкції» [15, с. 285].

У роботі [57] було представлено прототип АТІС Нідерландів (Dutch Atlas Information System, DAIS) та підкреслено таку ключову властивість атласних

систем (АтС) як оновлюваність. Вона може бути забезпечена за найменших витрат за допомогою Інтернету. Авторами виділено три типи атласів: автономні ЕА, онлайн атласи та гібридні ЕА. Автономні ЕА представляють собою окремих застосунок на CD або в локальній комп'ютерній системі і не можуть бути змінені. Хоча ці ЕА, як правило, мають високу інтерактивність та забезпечені мультимедійними елементами, складність оновлення пришвидшує застарілість таких ЕА. Онлайн атласи разом з необхідним програмним забезпеченням та базою даних розміщуються на сервері розробників, а користувачі отримують доступ до АтС за допомогою клієнтських застосунків (як правило, браузера). Швидкість передачі даних накладає певні обмеження на такі АтС і за функціональними можливостями вони часто поступаються автономним. Гібридні ЕА поєднують переваги автономних та онлайн атласів. Так, настільний застосунок має доступ до серверу з базою даних і забезпечений постійним оновленням даних, а обмежене використання мережі не позначається на швидкості роботи ЕА. АтС Нідерландів розглядається авторами саме як гібридний ЕА. Незважаючи на технологічні зміни, запропонована класифікація може бути використана і сьогодні. Зауважимо тільки, що зараз перевага надається онлайн атласам, які майже позбавлені вищенаведених недоліків.

У літературі зазвичай виокремлювалися два підходи до розробки АтС у 1990-х рр. Перший, Мультимедія в ГІС (Multimedia in GIS), заснований на існуючій ГІС, яка розширена мультимедійними функціями, а другий, ГІС в Мультимедії (GIS in Multimedia), намагається інтегрувати функціональність ГІС в мультимедійну оболонку (authoring system) атласу. Перший підхід здається бажанішим, оскільки АтС вже забезпечена можливостями роботи з даними та створенням карт. Однак обмежені мультимедійні функції, які можна вдало інтегрувати, проблеми з імплементацією незалежного та зручного інтерфейсу, типи даних та медіа, що можуть зберігатися в АтС, а також недостатня розширюваність систем, базованих на ГІС, є вагомими недоліками. (Bar, Sieber, 1999) також висловлюють сумніви щодо можливості виготовлення якісних карт атласу за підходу Мультимедія в ГІС. АтС, створені за другого підходу, навпаки

мають багатофункціональний графічний інтерфейс користувача, є гнучкими та розширюваними, підтримують візуалізацію багатьох медіа та анімації, проте у роботі з даними, аналізі, та представленні карт поступаються системам, заснованим на ГІС.

Визначимося з відмінностями між АтіС (та АтС загалом) та ГІС. У статті [52] наведена адаптована за Б. Шнайдер (1999) порівняльна таблиця ГІС та АтіС (див. табл. 1.1). Зауважимо, що авторами таблиці ГІС розуміється у вузькому розумінні (за [18]), тобто як комп'ютеризована система для збору, моделювання, маніпулювання, пошуку, аналізу та презентації географічних даних.

Таблиця 1.1

Відмінності між ГІС та АтіС (за [52, Табл. 4])

	ГІС	АтіС
Цільові користувачі	Експерти	Усі категорії користувачів (зокрема, експерти)
Інтерфейс	Складний	Простий
Управління функціями та даними	Здійснюється користувачами	Здійснюється авторами
Керівництво з використання	Базове	Деталізоване
Передача інформації	Неструктурована	Структурована («розповідь»)
Основне завдання	Маніпулювання, аналіз та презентація даних	Візуалізація теми
Дані	Необроблені, неінтегровані	Оброблені, інтегровані
Модель даних	Первинна модель	Вторинна модель
Територія	Будь-яка	Як правило, заздалегідь визначена: регіон, держава
Час обчислень	Від короткого до тривалого	Короткий
Призначення	Для будь-якого виду даних та аналізу	Конкретне

Наведена інтерпретація відмінностей потребує деяких коментарів. По-перше, варто додати уточнення: порівнюються ГІС та АтіС як готові до використання системи або програмне забезпечення для створення ГІС (наприклад, ArcGIS, QGIS та ін.) або АтіС. Наприклад, деякі сучасні АтС (див. розділ 1.3) також дозволяють користувачам створювати власні атласи, що

передбачає як вибір та налаштування даних, так і вибір певних функціональних можливостей. Тому ми вважаємо доречнішим порівнювати готові інформаційні системи (ІС). Тоді призначення та територія, на нашу думку, не можуть вважатися придатними індикаторами, оскільки як ГІС так і АІС, як правило, створюються для конкретної території та з певним призначенням (в рамках своїх цільових функцій). Також в сучасних АІС користувачам вже надається можливість додавати свої дані. Проте наявність оброблених даних та підготовлених карт, дійсно, потрібно вважати однією з характерних властивостей АІС. Варто підкреслити, що «картографічна візуалізація» в атласах повинна відрізнятися від «картографічної репрезентації» в ГІС. На нашу думку, це питання не є до кінця розв'язаним, а відповідь на нього безпосередньо пов'язано з врегулюванням відмінностей між предметом дослідження геоінформатики та картографії. Для визначення типу геоінформаційного продукту можемо запропонувати наступну загальну формулу: чим більше застосунок зосереджений на маніпуляціях з даними, тим ближчим він є до ГІС.

Працюючи над електронною версією Атласу Швейцарії (Atlas of Switzerland (AoS)), роботи по створенню якого почалися у 1995 р., представники швейцарської картографічної школи висунули підхід «ГІС та Мультимедійна Картографія», покликаний подолати існуючі картографічні обмеження підходу, заснованого на ГІС, та водночас зберігаючи більшість аналітичних функцій ГІС. Ця концепція передбачала необхідність додаткового кроку в процесі підготовки просторових даних із ГІС або інших джерел для використання в системі мультимедійного атласу. Цей крок повинен відбуватися в графічному середовищі та надавати засоби для картографічної генералізації, символізації, геоприв'язки тощо [29]. Варто сказати, що автори швидше підсумували тогочасні тенденції в атласному картографуванні, ніж вигадали щось нове. Наприклад, прототип електронної версії Національного атласу України (ЕЛНАУ), підготовлений у 2000 р., відповідав наведеному підходу, хоча значно поступався AoS в аналітичних та інтерактивних функціях. Також доречно додати, що тут і далі під ГІС розуміється лише комп'ютеризована система для

збору, моделювання, маніпулювання, пошуку, аналізу та презентації географічних даних.

Перша версія AoS побачила світ у 2000 р. і з кожним перевиданням (у 2004 р. та у 2010 р.) тільки покращувалася, отримавши репутацію своєрідного «атласного еталону». Окрім нового підходу до створення та технологічності, AoS вирізнявся 3D-візуалізацією місцевості, ставши першим атласом з 2D та 3D моделями.

Автори наголошували, що AoS створено як мультимедійний атлас, але з акцентом швидше на інтерактивності, ніж на використанні багатьох засобів медіа, зупинившись на назві «мультимедійна атласна інформаційна система (МАТІС)». Пізніше цей термін увійшов до першого видання Енциклопедії ГІС. Наводимо його визначення: «МАТІС є систематичними, змістовно відібраними зібраннями просторово пов'язаних знань в електронному вигляді, які забезпечують орієнтовану на користувача комунікацію для інформаційних цілей і цілей прийняття рішень...На відміну від багатьох ГІС, дані у МАТІС картографічно відредаговані і функціональність навмисно обмежена з метою надання орієнтованих на користувача множин даних, а також адаптованих функцій аналізу і візуалізації. У мультимедійних атласах додаткова мультимедійна інформація, така як графіки, діаграми, таблиці, текст, зображення, відео, анімаційні та аудіо документи, пов'язана з географічними сутностями. Доступ до даних і функцій надається за допомогою графічного інтерфейсу користувача...Більшість МАТІС базуються на CD-ROM, DVD або все частіше на веб-технологіях (інтранет, інтернет)» [53, с. 759]. Цікаво, що у другому виданні Енциклопедії ГІС термін «МАТІС» був замінений звичним «АТІС», а саме визначення залишилося без змін. Це дозволяє нам вважати, що визначення АТІС, запропоноване розробниками AoS, стало загальноприйнятим та усталилося.

Наприкінці 1990-х – початку 2000-х рр. було започатковано переважну більшість проектів національних ЕА, які отримали своє продовження у наступних десятиліттях. До таких можна віднести вже згадані AoS та ЕлНАУ,

прототип Інтерактивного Мультимедійного Атласу Австрії, який пізніше отримує назву «ÖROK Atlas Online» [44], Атлас Федеративної Республіки Німеччини та інші. На нашу думку, саме в цей період досяг свого піку інтерес до електронного атласного картографування (виражений кількістю публікацій та атласних проєктів), який пішов на спад після 2010-х.

На жаль, розвиток ЕА Німеччини припинився з випуском «Germany in maps» (2006 р.), який базувався на 12-ти томному паперовому Національному Атласі Німеччини (2006 р.). На нашу думку, це атласне рішення є перехідним між електронним образом ПА та інтерактивним ЕА. Свідченнями першого є статична базова карта з ПА та посторінкове відображення карт та тем. Дерево змісту (таблиця змісту) є важливим компонентом ЕА наступного покоління, яке забезпечує класифікацію предметної області (тематичного змісту), полегшує навігацію, дозволяє порівнювати карти та сприяє встановленню тісних взаємозв'язків між усіма тематичними елементами структури атласу. Дерево змісту є своєрідним «навігатором» атласу, головною системоутворюючою ланкою і повинно бути завжди в полі зору користувача. До властивостей «Germany in maps», які можуть дозволити віднести його до інтерактивних ЕА, варто віднести наявність таких простих інтерактивних функцій для деяких карт, як отримання інформації про об'єкт та підсвічування певних об'єктів за запитом, а головне – єдиний мультимедійний інтерфейс, супроводження карт графіками, діаграмами, текстом та іншими медіа. Проте даний продукт – це все ж таки мультимедійна книга, що складена із карт, вже створених для ПА. Атлас, навіть з інтерактивними та мультимедійними можливостями (технологічний контекст), що намагається відтворити в електронному вигляді ПА, все одно залишається лише електронним образом ПА, а не ЕА, мета якого запропонувати новий підхід до моделювання просторових систем.

На межі тисячоліть пріоритет почав надаватися гібридним та онлайн-атласам. Більшість вищенаведених атласів вже належить до веб-атласів (епохи Веб 1.0 або статичного вебу) або доповнюються онлайн-версіями. Так, паралельно з AoS, у 1996 р. було розпочато створення Інтернет-атласу

Швейцарії. Першим же онлайн-атласом вважається Національний атлас Канади, який з 1993 р. почав розвиватися як онлайн-атлас. Серед переваг веб-атласів виділяють: швидке оновлення даних та підтримку функціональності; можливість посилання на сторонні ресурси; незалежність від конкретного програмного забезпечення та потужності ПК тощо.

Вартий уваги Атлас Тіроля, який створювався протягом 2001–2007-х рр. Автори одними з перших використали для відображення карт векторний формат SVG. При розробці перевага надавалась безкоштовним відкритим програмним продуктам, що є однією з тенденцій атласного картографування XXI ст.

Появу системних властивостей в АТС варто пов'язувати з поширенням концепції модульності при розробці архітектури інтерактивних атласів. Модульність є способом ефективної організації складних продуктів та процесів шляхом розділення складних завдань на більш прості, які можна вирішити незалежно. Так, часто АТС розбивається на окремі функціональні модулі (картографічний модуль, навігація тощо), кожен з яких виконує певні задачі, може бути модифікований та передбачає повторне використання. Користувачі, як правило, взаємодіють одразу з декількома модулями, між якими встановлені чіткі взаємозв'язки. Концепція модульності так само застосовується для веб-атласів і добре інтегрується з клієнт-серверною архітектурою таких АТС, однак налаштування і вибір модулів здійснюється зазвичай на стороні сервера.

Ч. Шулей та Ч. Юфень віднесли мультимедійні атласи до картографічних інформаційних систем (КІС) та запропонували наступне визначення: «КІС – це цифровий засіб візуалізації, що включає графічний користувальницький інтерфейс, базу геоданих, моделі функцій, інструменти візуалізації для відображення просторових явищ і часових процесів, аналітичні, а також дослідницькі функції для пошуку геоданих, побудови знань та навігації крізь інформаційний простір» [96, с. 390]. Сьогодні поняття КІС не є поширеним і використовується переважно представниками «австрійської картографічної школи». А. Пухер наголошує, що «через різні методологічні підходи та цілі, а також орієнтацію на різні групи користувачів, необхідно розглядати КІС як

самостійний тип застосувань та зосередити увагу на відповідних властивостях таких систем» [87, с. 59]. При цьому автор підкреслює карто-центричність КІС, зосередженість на методах генералізації попередньо підготовлених географічних даних, ієрархічності та структурованості предметної області КІС, розширених пошукових та навігаційних можливостях.

Часто АІС розглядають як окремий тип ГІС, а В. Чабанюк вважає КІС (до яких входять ЕА та АІС) підмножиною ГІС (однак не погоджуючись з усталеними визначеннями як КІС, так і ГІС). Одразу зауважимо, що встановлення будь-яких співвідношень між ГІС та КІС буде залежати від трактування обох понять. Ч. Шулей та Ч. Юфень переконані, що ГІС та КІС об'єднує те, що вони «обидві є інформаційними системами, які обробляють геодані, обидві складаються з карт і можуть працювати на комп'ютері» [96, с. 391]. На нашу думку, АІС може вважатися типом ГІС тільки як ІС, що потребує аналогічного системного підходу для створення, функціонування та використання в інформаційному середовищі, однак має інші функції та завдання, будучи одним з інструментів дослідження науки картографії, предмет якої повинен відрізнятися від предмета дослідження ГІС.

Одним з прикладів «нових поглядів» на атласи в цифрову епоху є стаття [33]. Авторка вважає, що атлас це «не колекція наборів даних» [33, с. 149] та розглядає атлас як «комунікативний пристрій, який передає інформацію насамперед за допомогою карт» [33, с. 149]. На її думку, комп'ютерні та веб технології посилили інтерактивність та, як наслідок, комунікативні властивості карт: «Атласи все ще залишаються найкращими «збірками оповідань» для переказу наших географічних історій» [33, с. 158]. Подібне «перевизначення» лише символізувало тенденцію до «відродження» комунікативної парадигми в атласній картографії.

ÖROK Atlas Online та проект його перетворення у АІС Австрії також створювався прихильниками (гео-) комунікативної парадигми картографії. Атлас складався з системи модулів для різних задач із механізмом заміни та розширення Окрім засобу інтерактивної передачі геоданих, ÖROK Atlas Online

також розглядався як інструмент аналізу та географічної й статистичної оцінки. У пізнішій роботі [61, с. 398] атласом названо «онлайнову веб-систему, яка дозволяє користувачам – непрофесіоналам та експертам – досліджувати національні та міжнародні (європейські) базові геодані». Поточна реалізація ÖROK Atlas Online є «онлайновою веб-системою», а тільки потім картографічною системою. Веб-сайт складається з окремих серій тематичних карт і не функціонує у єдиному графічному інтерфейсі користувача (веб-інтерфейсі).

Перші прототипи АтС Австрії та версії Атласу Канади 1994-2007-х рр. також спочатку функціонували у єдиному графічному інтерфейсі користувача. Сьогодні ці дві АтС є скоріше геопорталами, що зберігають та візуалізують певні набори даних. У вже згаданій статті [33, с. 151] сформульована наступна думка щодо подібних перетворень атласів у веб-середовищі: «Можливо, найбільш радикальною трансформацією атласів у Веб стало більш поширене використання атласів у якості порталів великих баз даних. Концепція такого типу атласу, здається, сильно відрізняється від традиційної книжної концепції. Замість відображення карт, ретельно укладених досвідченим картографом, веб-атласи часто є компіляціями наборів даних ГІС, які можна завантажити та/або використовувати при укладанні або аналізі карт. Акцент робиться не на відображенні зібраних даних картографом; скоріше, ціль полягає у тому, щоб надати доступ до даних з простими картами, аби показати як може виглядати набір даних. Отже, технологічні можливості перетворили веб-атласи в послуги, а не продукти».

У 2013 р. розробниками ÖROK Atlas Online було запропоновано імплементацію в АтС соціального контексту Веб 2.0. Так, онлайн атлас може перетворитися у блог або соціальну мережу шляхом адаптації «рекомендацій карт, коментарів користувачів, тегів, блогів, RSS-каналів тощо» [78 с. 1]. З цього переліку лише рекомендації/підказки будемо вважати доречними, причому лише створені авторами АтС.

А. МакЕхрен та ін. (2008) розмежували геовізуалізацію, яка «зосереджена на підтримці дослідників, що проводять дослідження та аналіз» [64, с. 248], та

атласи, «зосереджені на підтримці пошуку інформації та прийняття рішень працівниками охорони здоров'я та широкою громадськістю» [64, с. 248]. У такий спосіб автори відносять атласи до більш простих творів, які повинні лише репрезентувати відому інформацію і не розраховані для дослідницької діяльності. Додавши до Pennsylvania Cancer Atlas аналітичні можливості, А. МакЕхрен та ін. отримали більш технологічний ГІС-атлас, який зосереджений насамперед на маніпулюванні та візуалізації даних.

Термін «АтІС», починаючи з кінця 1990-х рр., поступово витіснив з ужитку термін «ЕА». Схоже, відмінності між ЕА та АтІС потрібно пов'язувати з технологіями їх створення. АтІС – це атласи наступного після ЕА покоління. Якщо ЕА може бути електронним образом ПА на CD, то АтІС навряд чи. Найімовірніше, це буде інтерактивний веб-додаток. АтІС – це атласи з модульним принципом побудови у єдиному графічному користувальницькому інтерфейсі, які особливу увагу приділяють створенню якісних карт з розвинутими інтерактивними та аналітичними можливостями, розкриваючи певну тему або «розповідаючи історію». Хоча таке розуміння атласів є доволі утилітарним та мало сприяє розвитку картографії як пізнавальної науки, інструментами дослідження якої є різні картографічні моделі, не можна не відзначити досягнення методичного та технологічного характеру, а також досліджень у сфері використання атласів, які стали більш плідними завдяки впровадженню АтІС. З іншого боку, віднесення АтІС до ІС або ГІС стало причиною тенденції зміщувати акцент у таких системах на передачу інформації або візуалізацію наборів даних.

Проаналізувавши еволюцію вищенаведених визначень атласів, можемо дійти висновку, що характерна для ПА дефініція «систематичне зібрання карт», за винятком можливих варіацій (карт / наборів даних / знань) та додаванням технологічних аспектів, не зазнала змін для ЕА і АтІС. На нашу думку, розглянуті концепції АтІС репрезентують два вельми поширені погляди. Перший особливу увагу приділяє якості візуалізації карт, а другий націлений на передачу інформації або наборів даних. Отже, переважна більшість існуючих

АтІС створені в межах геовізуалізаційної або комунікативної парадигм картографії та, на відміну від модельно-пізнавальної парадигми, не розглядають атлас як модель геосистеми. Системні властивості АтІС, що в часи ПА пов'язувалися зі структурою тематичного змісту, для АтІС поширилися насамперед на архітектуру таких систем. Якщо ПА та їх електронні образи на фазі використання втрачають усі відношення з фазою розробки, то АтІС їх зберігають і можуть бути змінені. Проте інфраструктура більшості АтІС, як правило, обслуговує лише один конкретний атлас.

1.3. Атласні платформи – атласи сучасності.

А. МакЕхрен та ін. при роботі над Pennsylvania Cancer Atlas зазначили, що він «розроблений не як продукт загального користування, а як модель атласів, які можуть застосовувати державні департаменти охорони здоров'я... для розповсюдження отриманих ними даних та допомоги користувачам у розумінні цих даних» [64, с. 249]. Тут модель використана у значенні «модель як прототип» (Favre, 2005). За В. Чабанюком [18] сучасні АтС повинні бути моделями у сенсі «мега патерну 'S'» Ж.-М. Фавра [43], тобто моделями як «репрезентація», «приклад», «зразок», «тип» та «прототип».

До такого розуміння найбільш наблизилася наступне покоління АтС, представлене атласними платформами (АтП). Термін платформа будемо використовувати у значенні «системи, яку можуть перепрограмувати і налаштувати під користувача зовнішні розробники/користувачі, адаптуючи її таким чином до нескінченної кількості потреб і ніш, які розробники самої платформи могли навіть не передбачити, причому все це ще й з набагато меншими витратами часу» [22]. Синонімічним до атласної платформи можна вважати атласний фреймворк у значенні «каркасу». АтП забезпечують багаторазове створення та оновлення атласів, а їх життєвий цикл, як правило, довший. Розробникам (користувачам), які використовують АтП, залишається

перейматися переважно наповненням тематичного змісту створюваних атласів (моделей як типів). Кінцеві користувачі, зі свого боку, мають змогу звикнути та навчитися працювати з атласною продукцією певної АтП та отримують пов'язані системи, які набагато легше порівнювати для дослідження та встановлення певних закономірностей з реальною дійсністю. Однак АтП є не лише технологічним рішенням. Наприклад, Концептуальний каркас (КоКа) АтС з теорії реляційної картографії [18] акумулює такі абстрактні категорії як знання, накопичені при розробці минулих проектів, теорії картографії та інших наук, а головне – чітко регламентує та досліджує відношення між усіма етапами та ланками проектування, створення та підтримки функціонування всередині АтП та з зовнішніми системами (зокрема, реальної дійсності).

Чи не в перше поняття «платформи» та «фреймворку» в атласному контексті використали представники кіберкатографічної парадигми картографії. Кіберкатографія визначена Ф. Тейлером як «організація, представлення, аналіз і передача просторово прив'язаної інформації з широкого кола питань, що становлять інтерес і використовуються для суспільства, в інтерактивному, динамічному, мультимедійному, мультисенсорному і міждисциплінарному форматі» [101, с. 406]. Кіберкатографія має тісні зв'язки з кібернетикою (представлену колективом геокібернетиків з CentroGeo) та, на відміну від геовізуалізаційної парадигми, увібрала більше ідей критичних географів, велику увагу приділяючи розв'язанню соціальних проблем у географічному контексті.

У 2005 р. П. Пульсифером та Ф. Тейлером було розроблено «Open Cartographic Framework», який був покладений в основу атласного фреймворку Кіберкатографічного Атласу Антарктики. Архітектура такої системи базувалася на модульному принципі, значна увага приділялася інформаційній архітектурі та інформаційним навігаційним моделям. Головною атласною розробкою кіберкатографів варто вважати Кіберкатографічний Атласний Фреймворк Нуналіт: «інтерактивну платформу управління даними для збору, зіставлення, представлення та зберігання інформації та її контекста з особливим акцентом на використанні карт у якості об'єднуючого фреймворку. Нуналіт є

центральною частиною кіберкартографічних технологій. Він почався як експеримент з оповіді переконливих історій з використанням інтерактивних карт та перетворився в доволі гнучку систему управління даними з можливістю зв'язувати інформацію та представляти наративи, які поміщають інформацію в контекст. Він здатен забезпечувати взаємодію з інформацією за посередництвом карт, графіків, часових шкал та других виразів, об'єднуючи при цьому текст, аудіо, відео та фото» [50, с. 129]. Більшість з атласів кіберкартографів є дуже простими за виконанням, часто позбавлені дерева змісту та містять ще багато недоліків, неприйнятних для традиційних картографів. Проте це перша АТП, в яку закладені знання, розраховані на взаємний обмін з користувачами, і яка є у відкритому доступі, дозволяючи будь-якому користувачеві (який має певні навички програмування) створювати власні атласи.

З теоретичних робіт кіберкартографів найбільший інтерес представляють праці представників «мексиканської гілки» з CentroGeo. В [90, с. 77] кіберкартографічні атласи названо «багатовимірними системами, які складаються з трьох осей: моделей, представлення знань та комунікації... кіберкартографічний атлас може розглядатися як модель моделей або геопросторова метамодель» та «кіберкартографічний атлас є моделлю моделей. Кожна з моделей має на меті представити географічний ландшафт у той чи інший спосіб» (90, с. 79). Атласи не ототожнюються тільки з картами або передачею інформацію за допомогою карт. Кібератлас може містити картографічні цифрові моделі, віртуальні карти, цифрові моделі місцевості, космічні карти, реляційні бази даних, топологічні структури даних, растрові моделі, геотекстові моделі, іконічні моделі (фотографії, відео, зображення), музичні моделі, моделі ландшафтної екології та географічні бізнес-моделі [90].

Під впливом ідей кіберкартографів знаходилася М. Лехталер, порівнюючи АТІС з «картографічною гео-комунікативною платформою» [61]. Однак, з огляду на реалізацію ÖROK Atlas Online, перевага надавалася лише комунікативним аспектам, а платформа, схоже, не була створена. Представники кафедри геодезії та геоінформатики Віденського технічного університету також

брали участь у створенні двох споріднених атласних рішень, а саме genderATlas 2013-2015-х рр. та genderATlas für die Schule 2016 р. Останнє навіть зайняло перше місце на Міжнародній картографічній виставці, яка проходила у 2017 р. на 28-ій Міжнародній картографічній конференції у Вашингтоні. Хоча представлені атласи створені за модульним принципом, містять дерево змісту, не можна говорити про тісний взаємозв'язок карт, який би дозволяв порівняння та пошук взаємозв'язків, особливо тих, що виходять за межі предметної області атласу. Брак системних властивостей АтС, напевно, потрібно пов'язувати з розумінням авторами атласу як колекції карт, що послідовно розкривають певну тему. Атлас розглядається не як цілісна модель, а як інструмент візуалізації даних. Проаналізувавши наведені АтС та їх опис в публікаціях, дійшли висновку, що представники Віденського університету більше уваги приділяли створенню конкретного атласу, ніж певній АтП. Варто відзначити використання авторами відкритих рішень (зокрема, leaflet.js, D3.js, Bootstrap) та власну розробку – API-бібліотеку «mapmap.js».

До АтП можна віднести проект Електронної версії Національного атласу Нідерландів (ЕлНАН), який перебував у активній фазі у 2008-2013-х рр. Концепція атласу виникла з дисертації [20] і, як наслідок, позиціонувала ЕлНАН як метафору Національної інфраструктури просторових даних (НІПД) Нідерландів. Основними перевагами використання саме атласу у якості порталу до геопросторової інформації країни названо простоту використання завдяки знайомій більшості концепції атласу. Особливо підкреслювалася важливість організації тематичної структури атласу, легкість навігації атласом та можливості виконувати порівняння. ЕлНАН розглядався як єдиний інтерфейс для НІПД Нідерландів, де особлива увага буде приділятися якісно оформленим картам. Останнє відрізняє ЕлНАН від реалізації ÖROK Atlas Online, який представляє собою зібрання розрізнених наборів даних. Хоча єдиний графічний інтерфейс та доступ до НІПД країни є пріоритетними для сучасних атласних рішень, викликає занепокоєння розуміння атласу лише як інструменту візуалізації даних. Так, роль картографії зводиться лише до питань якісної

візуалізації за допомогою карт (атласів), що опосередковано витікає з роботи [57, с. 1]: «Атлас – це те місце, де картографи, які приділяють особливу увагу семіотиці, зручності використання, графічній комунікації та естетичному дизайні, відчувають себе найбільш комфортно. Їх цифрові інструменти – це програмне забезпечення для графічного дизайну, а також засоби мультимедіа та візуалізації». Детально архітектуру ЕлНАН та її порівняння з ЕлНАУ було здійснено в монографії [18], в результаті якого встановлено подібність цих рішень у технологічному контексті.

Знаковою подією в атласній картографії стало представлення працівниками ЕТН Zurich Швейцарської Атласної Платформи (SwissAtlasPlatform (APS)) у 2011 р. Автори наполягають на створенні нової філософії, яка б «поєднувала сучасні методи геовізуалізації з колаборативними аспектами у відкритій системі атласної платформи» [98, с. 1]. Так, представники швейцарської наукової школи знову підсумовують тогочасні тенденції і пишуть про необхідність створення відкритої атласної системи, яка дозволяє багаторазове використання. Важливими критеріями такої системи повинна бути можливість розширення як за функціональністю (зокрема, зовнішні розширення), так і за даними. При цьому двонаправлені зв'язки всередині платформи утворюються між професіоналами, які забезпечують платформу спеціальними інструментами та спільнотою (не-)професійних авторів, які вносять геодані та карти в атласні продукти.

Концепція APS заснована на трьох тісно пов'язаних «стовпах»: дослідженнях, розробці та укладанні веб-атласів для загального використання. Заслуговує уваги наявність дослідницької складової в платформі, яка відрізняє даний клас систем від більш простих, зосереджених лише на продуктивній частині. Дослідження в APS пов'язуються з інтерактивною картографією; 3D картографією; дизайном, орієнтованим на користувача; та стандартами якості та контролю. Варто зауважити, що зміст наведених напрямків досліджень зосереджений лише на покращенні атласних продуктів і жодним чином не пов'язується з вивченням реальної дійсності та теоретичними й методологічними

питаннями атласної картографії. Атлас не розглядається моделлю геосистеми, а вважається «скоріше особливою збіркою картографічно добре відредагованих карт, які підкреслюють характеристики відображеної тематичної інформації та готові до дослідження за допомогою спеціальних інструментів атласу» (ib., p. 1). Наголошується на домінуванні карти у графічному інтерфейсі користувача та метафорі AoS як «книги оповідань».

Пізніше, Р. Зіббером та ін. вказано два атласи, створені за допомогою APS: Атлас Швейцарії-онлайн (Atlas of Switzerland-online, AoS-online) та Гідрологічний атлас Швейцарії (Hydrological Atlas of Switzerland, HADES). Ці атласні рішення мають доволі багато відмінностей як для продуктів однієї атласної платформи, метою якої є спрощення створення нових атласів завдяки архітектурній спорідненості. Наприклад, для картографічної візуалізації в HADES використовується leaflet.js, а в AoS-online – D3.js. Не менш важливим є те, що реалізація HADES відійшла від концепції інтерфейсу користувача, в якому домінує карта. Це атласне рішення є, скоріше, веб-сайтом і умовно поєднує в собі атлас як енциклопедію з текстовими та графічними матеріалами, та атлас як картографічний твір. Хоча HADES використовує багато відкритих рішень, APS передбачає використання технологій, які буде важко відтворити менш забезпеченим колективами розробників. Поки що APS не може бути відкритою платформою, яка б дозволяла створення атласних продуктів для інших держав та регіонів. Не в останню чергу це пов'язано з власною базовою картою, яка створена завдяки діяльності топографічної служби Швейцарії.

В останні роки найбільшого поширення набули статистичні атласи: австрійський STATatlas, Статистичний атлас Швейцарії, Статистичний Атлас Євростату та ін. Серед комерційних рішень варто виділити картографічний фреймворк компанії Geoclip [45], за допомогою якого створені Інтерактивний Національний Атлас Іспанії та Атлас Бельгії.

Головна функція подібних атласів полягає у візуалізації даних (з різним рівнем інтерактивних та аналітичних можливостей), що підтверджує ефективність геовізуалізаційного підходу. Проте для національних атласів

недостатньо лише візуалізації статистичних даних (тематичної семантичної інформації). Вони повинні бути комплексними моделями геосистем. На нашу думку, акцент в таких АтС має бути зміщений на формування специфічних картографічних образів реальної дійсності, моделювання просторового розміщення, закономірностей, взаємозв'язків та структур.

Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що нові технології не тільки змінили формат представлення атласів та методику їх створення, а розширили та модифікували саму концепцію атласу. Окрім інтерактивності, яка має соціальний та технічний характер, орієнтації на користувача, функцій підтримки прийняття рішень, атласи стали більш складними системами, системні властивості яких поширюються не лише на карти одного конкретного атласу, а на цілу атласну інфраструктуру. Атласна інфраструктура сучасних АтП складається з програмного забезпечення, фахівців (користувачів), теорій та інших форм знань, а також відношень між ними, які націлені на розробку та підтримку функціонування як самої АтП, так і конкретних атласів, створених за допомогою АтП. Головним же призначенням АтП залишилось просторове моделювання реальної дійсності, зокрема за допомогою методів, недоступних у паперових реаліях.

Проте атлас як модель реальної дійсності розглядають сьогодні переважно представники модельно-пізнавальної (геоінформаційної) та кіберкартографічної (колектив геокібернетиків з CentroGeo) парадигм картографії, а також реляційної картографії (В. Чабанюк), інтерпретуючі процес моделювання та властивості моделей по-різному. Більшість атласів створюється під впливом геовізуалізаційної та комунікативної парадигм, які ставлять за мету візуалізацію та передачу просторово-прив'язаних даних за допомогою системи (або зібрання) карт. При цьому атласи (КІС) відокремлюються від ГІС на підставі наявності попередньо оброблених даних, поданих у вигляді якісно оформлених інтерактивних карт; структури, яка розповідає певну історію та розкриває тематичний зміст; цільової аудиторії (непрофесіонали). Саме тому серед головних викликів атласної картографії Р. Зібер та Е. Лосанг [97] виділяють

непривабливий дизайн та одноманітну візуалізацію. Теоретичні дослідження в сучасній атласній картографії переважно обмежуються питаннями створення та використання атласів, багато уваги приділяючи системі «атлас як продукт – користувач як споживач». Схоже, за такого підходу дослідницька складова реальної дійсності відводиться переважно ГІС, а атласам залишається бути лише «візуалізаторами» відомої інформації

Сьогодні атласи є міждисциплінарними утвореннями, для створення яких використовуються, окрім картографічних знань, здобутки теорії систем та системного аналізу, інформаційних наук та технологій тощо. Ми вважаємо, що атласами і надалі повинні опікуватися картографи. Однак не на підставі їх складу у вигляді системи карт або інших елементів. А на основі їх конкретної функції, що полягає у моделюванні простору і співвідноситься з предметом дослідження картографії. Оскільки просторові відношення можна передавати і природною мовою, додамо, що моделювання в картографічних атласах повинно здійснюватися передусім картографічною мовою, однак і не обмежуючись нею.

1.4. Електронне атласне картографування в Україні.

В Україні найбільшого поширення набули електронні навчальні атласи виробництва ДНВП «Картографія» та ПрАТ «Інститут передових технологій (ІПТ)», які з'явилися на початку 2000-х рр. Дана продукція розробляється на основі технологій Adobe Flash або програмного забезпечення ГІС. Так, ІПТ у виданнях «Адміністративно-територіальний поділ України» та «Україна туристична» використовують програмну оболонку «ГІС-ІПТ», розроблено у середовищі програмування Delphi [3]. Хоча атласи цих виробників забезпечені такими інтерактивними функціями, як масштабування, перемикання тематичних шарів, можливість малювання та нанесення підписів, вимірювання відстаней, використання перехресних посилань, а також пошук за елементами змісту, їх варто відносити до електронних образів ПА або мультимедійних книг. Це

пояснюється низкою причин. По-перше, наведені атласи випускаються у вигляді CD/DVD дисків, що зумовлює їх швидке старіння (як змістовного наповнення, так і технічної реалізації) та відсутність підтримки й оновлення. По-друге, використання у якості БК карт, створених у графічних редакторах (наприклад, Adobe Illustrator) для паперового видання. Такі карти мають лише одне представлення для будь-якого рівня масштабування, а якість зображення при наближенні, як правило, дуже низька. Більш вагомий недолік таких БК – відсутність зв'язків з базою даних. Як наслідок, не можна додавати або змінювати дані в інтерактивному режимі, а отже і проводити аналітичні операції з ними. Вищенаведені чинники не дозволяють даним атласам бути розвинутими до «динамічних атласів» [18]. Також потрібно враховувати призначення цієї продукції, яка здебільшого орієнтована на взаємодію з учнями для проведення уроків та вивчення певних тем, де особлива увага приділяється тестам, питанням для самоперевірки, мультимедійним елементам (звукові ефекти, відео, зображення, анімації), а карти інколи грають лише роль наочних ілюстрацій або довідників, ніж інструментів дослідження просторових систем реальної дійсності. Саме тому є цілком виправданою назва «електронні навчальні посібники» з роботи [11] для позначення такого виду продукції.

ПрАТ «ІІТ» у 2017 р. було створено навчально-методичний веб-ресурс «OSVITANET» [77], на якому розміщені авторські інтерактивні карти та атласи. На жаль, реалізація веб-версій навчальних атласів виявилися гіршою за дискові версії, втративши частину інтерактивних функцій. Замість нової концепції веб-атласу автори отримали «образ електронного образу ПА», графічний інтерфейс користувача якого виконаний на дуже низькому рівні.

Найбільше наукових та практичних здобутків в атласній картографії нашої країни потрібно пов'язувати з діяльністю ТОВ «Інтелектуальні системи ГЕО» у співпраці з Інститутом географії НАН України. Спочатку атласним продуктам передувала перша в Україні ГІС національного рівня – Радіоекологічна ГІС (РГІС), що була розроблена у 1997-1999 рр. і була призначена для управління відновленням територій 12 з 25 областей України, що постраждали в результаті

аварії в Чорнобилі у 1986 р. (Чабанюк, 2018). У 1999 р. почалися роботи над створенням електронної версії Національного атласу України (ЕЛНАУ). Так, вже у 2000 р. вийшла пілотна версія ЕЛНАУ2000 українською та англійською мовами, у 2005 р. економічний блок ЕЛНАУ, а у 2007 повна версія ЕЛНАУ, яка була дещо допрацьована у 2010 р. Серед інших знакових ЕА варто виділити «Атлас радіоактивного забруднення України» (РадАтлас), який видавався 4 рази у 2002, 2008, 2011 та 2014 роках, «Атлас природних, техногенних, соціальних небезпек і ризиків виникнення надзвичайних ситуацій в Україні» (АтласНС), що об'єднує декілька атласів, створених у 2014-2016 рр., та атлас «Населення України та його природна і культурна спадщина» (2020 р.).

В монографії (Чабанюк, 2018) виділено чотири періоди розвитку зазначених АтС: 1) 2000-2004, 2) 2005-2009, 3) 2010-2014, 4) 2015-Х. Перші два періоди відносяться до статичних ЕА епохи Веб 1.0, які видано на CD/DVD-носіях у вигляді гіпертекстового документа з включенням ActiveX компонентів або exe-файлів. Продукція цього періоду була дуже залежною від версій операційних систем та архітектури технічних засобів (комп'ютерів) і, як наслідок, її життєвий цикл був дуже коротким. Веб 1.0 ще називають «Read Web або Diffusion Web. Це означає, що контент може змінювати тільки Виробник. Користувач (інтернет-користувач) може тільки «читати» контент» (Чабанюк, 2018, с.49). Третій період характеризується поступовим переходом до динамічного Веб 2.0. Атласні рішення 2010-х відносяться до так званої «Формації Веб 1.0x1.0 (Веб 1.0+)» (Чабанюк, 2018), яке передбачає використання відкритих програмних рішень на JavaScript, HTML, CSS, Leaflet, D3 та ін. Так, версія 2014 р. РадАтласу [1] отримала серверну веб-версію з перебудованим картографічним компонентом на основі бібліотеки Leaflet та стабільно працює вже протягом шести років. Четвертому періоду повинні відповідати динамічні АтС, які досягнуть Формації Веб 2.0. Зауважимо, що під динамічністю мається на увазі не просто змінність, яка доступна розробникам та користувачам. Кожна Формація або її розширення повинні надавати користувачам можливість проводити ті зміни, які у попередній Формації були доступні лише розробникам.

Одним з перших кроків до цієї формації було створення Атласу небезпечних об'єктів (2015) в рамках проекту АтласНС. Автором названі три принципові відмінності цієї АтС від інших атласів АтласНС: «1. Динамічний атлас реалізовано у архітектурі, що дозволяє комбінувати статичні властивості тематичних шарів карт національного і регіонального рівнів та динамічні властивості тематичних шарів карт об'єктового рівня. Динамічні властивості можуть змінюватися кваліфікованим кінцевим користувачем не під час розробки, а під час експлуатації Динамічного атласу. 2. Атлас складається з доступних кінцевим користувачам клієнтської та серверної частин. Кваліфіковані кінцеві користувачі мають доступ до обох частин. Некваліфіковані – лише до клієнтської частини. 3. Серверна частина включає в себе Інвентаризаційну аплікацію, яка надає кінцевому користувачеві можливості керувати базою даних стану потенційно небезпечних об'єктів. Дані цих об'єктів відображуються на об'єктовому рівні клієнтської частини Динамічного атласу» [18, с. 338].

Атласи перших двох періодів були інтерактивними (масштабування, отримання інформації про об'єкти на карті, перемикання тематичних шарів, вимірювання відстаней) і містили деякі аналітичні функції (таблиця даних, пошук). Атласи третього періоду не одразу перейняли усю функціональність попередніх автономних аплікацій. Наприклад, в РадАтласі (2014 р.) доступ до таблиці даних та пошук не реалізовані. Атласи четвертого періоду, тобто повноцінної Формації Веб 1.0+ повернули усю функціональність, а також отримали нові можливості. Найперше це стосується базової карти, яка дозволяє використовувати локальні та серверні тайлові карти, а також обирати користувачам передвстановлені базові карти з переліку. Наступні модифікації атласу дозволять змінювати вихідні дані, тематичні карти і навіть тематичну структуру. Остання розробка підприємства – каркас атласних рішень (KaPi) AtlasSF 1.0+ – буде використаний для атласів наступного покоління – системних атласів [18].

Важливо зазначити, що створення цих АтС не було стихійним і постійно проходило етапи концептуалізації, що закінчилися створенням теорії реляційної картографії, яка базована на патернах. В роботі [18] під патерном (pattern) розуміється «типове рішення типової проблеми у даному контексті. Це визначення називається 1-м визначенням патерна, оскільки далі наводяться й інші визначення патерна. Каркас (Framework) – це архітектурний патерн, що пропонує розширюваний шаблон для аплікацій у одній конкретній галузі. Це визначення називається 1-м визначенням каркаса, оскільки далі наводяться й інші визначення каркаса. Поняття патерна інформатикою запозичене, скоріше всього, з будівництва – з монографії [21]. Александер встановив, що, сфокусувавши увагу на структурах, призначених для вирішення подібних задач, можливо знайти подібність між різними (будівельними) проектами, яким властива висока якість. Він назвав ці подібності патернами. Александер визначив поняття патерна як «рішення проблеми у контексті». Кожний патерн описує проблему, що виникає у даному середовищі знову і знову, а потім пропонує принцип її рішення таким способом, який можливо буде застосовувати багаторазово, отримуючи кожний раз результати, що не повторюють один одного. Чотири компоненти, які на думку Александера, мають бути присутніми у описі кожного патерна: 1) ім'я патерна; 2) призначення патерна і опис задачі, яку він покликаний вирішувати; 3) спосіб рішення поставленої задачі; 4) обмеження і вимоги, які необхідно приймати до уваги при рішенні задачі. Александер прийняв як постулат, що за допомогою патернів може бути вирішена будь-яка архітектурна задача, з якою зустрінеться проектувальник. Потім він пішов далі і висловив твердження, що спільне використання кількох патернів допоможе вирішувати комплексні архітектурні проблеми» [18, с. 18].

В реляційні картографії використовуються архітектурні патерни двох видів: Концептуальних каркасів (КоКа) і Каркасів рішень (КаРі). Ефективність використання КаРі при розробці АтС вже підтверджена практикою. Так, КаРі AtlasSF 1.0 складається 8 аплікаційних патернів і одного архітектурного патерна, який об'єднує аплікаційні патерни AtlasSF1.0 в атласну систему. Аплікаційні

патерни AtlasSF1.0 показуються зазвичай такими параметризованими класами: (A1) Інтерфейс користувача, (A2) Дерево рішень/змісту, (A3) Базова карта, (A4) Тематичні карти (шари), (A5) Картографічний компонент, (A6) Некартографічний контент, (A7) Пошук (Локальний (Local) і Контентний (Contents)), (A8) Представлення (є логічним патерном, що складається з представлень інших елементів). Кожному аплікаційному патерну відповідає один або кілька операційних патернів або зразків. Наприклад, тематична карта ЕЛНАУ може бути оформлена як операційний зразок тематичної карти, що складається із одного хороплетного і одного діаграмного шару. Цей зразок може використовуватися для побудови усіх інших операційних карт цього виду [18]. Детальніше про патерни можна прочитати в окремому розділі цієї монографії.

Патерни проектування почали згадуватися в роботах з ще з початку 2010-х рр. Так, в монографії [83, с. 109] зазначено, що «термін патерн відноситься до поширеного картографічного методу, який можна використовувати повторно, налаштовувати, і його ефективність доведена. Це те саме розуміння слова патерн, що і в галузі проектування програмного забезпечення, де патерни проектування дозволяють більш ефективно програмувати, щоб практики не витрачали час, вигадуючи рішення, які вже розроблені іншими».

У 2014 р. одним з учнів Р. Рота було написано дисертацію [41], в якій розроблено бібліотеку патернів веб-картографування. Р. Донохью також спирався на роботу [21], з якої виділив шість принципів [41, с. 77]:

(1) патерни виникають як евристика, або «емпіричні закономірності» з відомих рішень, встановлених на практиці; тобто, вони виникають органічно «знизу вгору» на противагу «зверху вниз» або є виведеними з «перших принципів»;

(2) патерни сформульовані у вигляді «правила», яке мінімально враховує відношення з ширшим контекстом, силами, які складають проблему і потребують вирішення, та рішенням (або конфігурацією), яке усуває ці сили;

(3) патерни представлені у спеціальному форматі;

(4) патерни є генеративними, оскільки дозволяють користувачам розробляти нові варіанти рішення, а не просто точно повторювати дане рішення;

(5) патерни дозволяють новачкам або пересічним користувачам проектувати та створювати свої власні середовища (тобто не призначені виключно для експертів);

(6) патерни організовані у бібліотеку патернів, яка пов'язує окремі патерни між собою, а також чітко вказує, як патерни нижчого рівня відповідають патернам більш високого рівня.

В атласному контексті поняття патерну використано в роботі [26]. Авторами запропонований набір інструментів атласу (atlas toolbox (АТВ)), який «надає компоненти та модулі для складання карт атласу або цілого атласу з визначених будівельних блоків» [26, с. 148]. Детально розглядається картографічний компонент, який поділяється на перелік визначених модулів (тип карти, дані, репрезентація, взаємодія та ін.), які зі свого боку складаються зі стеків (stacks), кожен з яких містить масив карток (array of cards). Кожна картка складається з елементів, які є базовими будівельними блоками карти. Далі використовується термін патерн у значенні шаблону: «Для багаторазового створення конкретних типів карт можуть бути зібрані модулі, картки та або стеки для формування характерних патернів карти. Такі патерни карт можна зберегти як попередньо визначені конфігурації в бібліотеці патернів АТВ. Якщо потрібно, до цих попередньо зібраних патернів можна додати додаткові картки (і стеки) для конкретного завдання виготовлення карт» [26, с. 153]. У даному випадку патерн не є патерном проектування за [21].

Раніше в цій роботі для позначення структурних елементів АТС ми використовували термін «модуль» (наприклад, модуль навігації, модуль картографічного компоненту). Однак цей термін, імовірно, тяжіє до програмування, технічної сторони реалізації даних елементів, не зачіпаючи їх змістовного наповнення та взаємозв'язків, а також прагматичного аспекту. Термін «патерн» будемо вважати більш вдалим, оскільки в нього можна вмістити набагато більше значень та обґрунтувати характер взаємозв'язків. До того ж

розрізняють патерни різних ієрархічних рівнів (архітектурні патерни, патерни проектування, патерни програмування (ідіоми)), які сприяють кращій класифікації продуктів та процесів в ІС. Зокрема, це доведено роботою [18].

РОЗДІЛ 2. ВЗАЄМОДІЯ ТА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ.

2.1. Сутність понять взаємодії та інтерактивності.

Використання поняття інтерактивності у роботах з картографії та ГІС стало звичною практикою в останні десятиліття. Однак доволі часто ігнорується широке змістовне наповнення цього поняття і воно згадується без достатнього уточнення. Так, Дж. Дженсен відносить «взаємодію» до мультидискурсивних понять, тобто до таких, які «можна знайти із суттєво різними значеннями або конотаціями відповідно до їх використання в різних дискурсах і, отже, значною мірою залежать від їхнього контексту, аби бути зрозумілими» [55, с. 188]. Концепції картографічної взаємодії або картографічної інтерактивності почали формуватися лише у 1990-х рр. з розвитком комп'ютерів та засобів мультимедії і спиралися на більш розроблені концепції зі суспільних наук та, особливо, інформаційних напрямів (зокрема, людино-комп'ютерної взаємодії (human-computer interaction (HCI)) та проектування, орієнтованого на користувача (user-centered design (UCD))). Отже, є доречним дослідити міждисциплінарне трактування поняття інтерактивності та передумови використання його у картографічному контексті.

Для початку виокремимо та детально розглянемо такі поняття, як «взаємодія» (interaction), «інтерактивність» (interactivity) та «інтерактивний(а)» (interactive).

У соціології поняття «взаємодії» підкреслює перебування у спільному соціальному контексті та розуміється як «відношення між двома або більше людьми, які у певній ситуації адаптують свою поведінку до дій один одного» [55, с. 188]. Такий тип взаємодії називається комунікацією. Причому комунікація є можливою без взаємодії (наприклад, перегляд ТВ), однак взаємодія без комунікацій не розглядається. Дж. Дженсен розрізняє поняття «взаємодії» та «інтерактивності» на підставі форми комунікації. Так, опосередкована

комунікація за допомогою медіа відводиться інтерактивності, а безпосередня комунікація – взаємодії, що узгоджується первісними соціологічними витоками цього поняття.

В інформатиці (на відміну від соціології) можлива взаємодія (людина-машина) без комунікації, однак немає комунікації без взаємодії (людина-комп'ютер) У НСІ взаємодія не поширюється на комунікацію між людьми (опосередковану комунікацію за допомогою комп'ютерів) і розглядається як процес, за якого людина-користувач керує машиною [55].

Дж. Дженесен зауважує, що в соціології, як правило, не використовується похідне поняття «інтерактивність», а в інформатиці та медіа «взаємодія» та «інтерактивність» здаються синонімами. Для їх зв'язування ще у 1979 р. на семінарі «Методологія Взаємодії» (Валуар-Сюр-Сіс, Франція) було прийняте консенсусне визначення: «Взаємодія – це стиль управління та інтерактивні системи демонструють цей стиль» [55, с. 190].

Серед великої кількості визначень взаємодії К. Хорнбек та А. Уласвірта наводять наступне: «Взаємодія – це операція між двома сутностями, як правило, обмін інформацією, але це може бути і обмін товарами або послугами... Дизайнери взаємодії проєктують можливість взаємодії. Сама взаємодія відбувається між людьми, машинами та системами у різних поєднаннях» [51, с. 5041]. Далі автори виділяють та аналізують концепції взаємодії в НСІ: діалогу (циклічний процес комунікативних актів та їх інтерпретацій), передачі (відправник відправляє повідомлення через шумний канал), використання інструменту (людина, що використовує інструменти для маніпуляцій та дій у світі), оптимальної поведінки (адаптація поведінки до цілей, завдань, досвіду та можливостей), втілення (embodiment) (діяти і знаходитися у ситуаціях матеріального та соціального світу)), досвіду (постійний потік очікувань, почуттів, спогадів) та контролю (інтерактивна мінімізація помилок). Важливо додати, що різні концепції взаємодії мають різну область дії, тобто одні фокусуються безпосередньо на взаємодії, а інші на контексті взаємодії.

На нашу думку, для картографії найбільш придатні концепції діалогу, передачі, використання інструменту, оптимальної поведінки та досвіду. Так, концепції діалогу та передачі добре вписуються в теоретичні конструкції представників комунікативної парадигми картографії і за допомогою додаткової взаємодії користувача з КІС дозволяють краще передавати географічну інформацію, закладену авторами, або обмінюватися географічною інформацією (даними) між користувачами у колаборативних КІС. Концепції оптимальної поведінки та досвіду можуть бути використані представниками когнітивної парадигми картографії, які досліджують психологічні, перцептивні, когнітивні та інші аспекти сфери використання КІС користувачами. У концепції використання інструменту взаємодія тлумачиться як «маніпулювання (використання) технологій для деяких цілей, які виходять за рамки самого інструменту (комп'ютера – С. К.)» [51, с. 5043]. Особлива увага приділяється інструментам, які забезпечують взаємодію, у нерозривному зв'язку з цілями користувачів (цикл завдання-артефакт), а також інтерфейсу, через який виконуються усі дії. Здобутки цієї концепції використовуються для вирішення як технічних завдань в інтерактивній картографії, так і когнітивних й предметних. Справедливим буде висновок, що при конструюванні теорії картографічної взаємодії необхідно брати до уваги усі концепції, виконавши їх синтез, а також коректно адаптувавши у картографічний контекст.

Знаковою подією у НСІ вважається поява статті [30]. Автор так пояснює назву роботи: «Розробка взаємодії, а не інтерфейсів, означає, що наша мета – контролювати якість взаємодії між користувачем та комп'ютером: користувальницькі інтерфейси – це засіб, а не мета» [30, с. 16]. В роботі запропоновано два рівня для аналізу та проектування взаємодії: парадигми взаємодії (на більш високому концептуальному рівні) та моделі взаємодії. Серед трьох виділених парадигм взаємодії (комп'ютер як інструмент, комп'ютер як партнер та комп'ютер як посередник), НСІ зосереджена лише на комп'ютері як інструменті. Зауважується, що при проектуванні взаємодії необхідно враховувати як комп'ютерні алгоритми, так і сприйняття та дії людини. Метою

моделі взаємодії є створення концептуальної схеми розробки інтерактивних систем, яка необхідна розробникам та навіть користувачам (у разі спільного проектування). При цьому інтерактивне програмне забезпечення «розглядається з точки зору завдань користувача, припускаючи, що ці системи будуть використовуватися для певних цілей конкретними способами. Цей підхід наголошує на оперативних, а не на творчих завданнях, проте найбільш інтерактивні програми, наприклад графічні редактори, найменш піддаються опису оперативними завданнями» [30, с. 18].

К. Хорнбек та А. Уласвірта [51] критикують усі наявні концепції НСІ за:

- 1) розуміння взаємодії як однобічної передачі та реалізації людських намірів через комп'ютер;
- 2) дослідження намірів, які виходять за рамки самої взаємодії (під намірами розуміються конкретні дії користувачів, які виконуються для досягнення поставленої мети [10]);
- 3) неможливість передбачити формування та зміну намірів, цілей та досвіду користувачів безпосередньо під час взаємодії з комп'ютерною системою;
- 4) як наслідок, неможливість побудувати якісних моделей багатосторонньої взаємодії (наприклад, між декількома користувачами та комп'ютерними агентами).

Якщо теорію картографічної взаємодії конструювати на основі НСІ, то потрібно визнавати предметом дослідження цього наукового напрямку саму взаємодію між користувачем(-ами) та комп'ютерною системою (інтерфейсом) у картографічному контексті (з відповідними цілями взаємодії, дещо зміненим змістом алгоритмів взаємодії та специфічним інтерфейсом). За такого підходу аспекти взаємодії безпосередньо з картами (моделям реальної дійсності) відсуваються на додатковий план після інтерфейсу.

Альтернативним НСІ джерелом ідей є наука про візуалізацію інформації (information visualization) та візуальна аналітика, які значно вплинули на засновників геовізуалізаційної парадигми картографії. Так, взаємодія в контексті

візуалізації даних та інформації розуміється як «механізм модифікації того, що бачать користувачі та як вони це бачать» [109, с. 315]. В. Пайк та ін. розглядають «науку о взаємодії» у ширшому розумінні, ніж просто сукупність принципів створення інтерфейсів: «Наука о взаємодії» займається вивченням методів, за допомогою яких люди створюють знання, маніпулюючи інтерфейсом. Як наука, вона включає в себе розробку й перевірку теорій про найбільш ефективні засоби підтримки досліджень... На одному рівні, взаємодія звично відноситься до набору елементів управління інтерфейсом і відношенням між користувачем та інтерфейсом. На більш абстрактному рівні, існує взаємодія між користувачем та проблемним простором. Ця взаємодія більш високого рівня представляє собою пізнавальний акт, який виконується за допомогою обчислювальних інструментів, але не відбувається виключно всередині них (або з використанням якого-небудь одного інструменту)» [85, с. 263]. Хоча наука о візуалізації інформації також послуговується концепціями взаємодії з НСІ, проте значно більшу роль приділяє предметному контексту взаємодії та розглядає її як один з допоміжних засобів дослідження та аналізу даних.

Також потрібно додати, що у НСІ та науці о візуалізації прийнято розділяти схеми взаємодії низького рівня (між користувачем та інтерфейсом) та високого рівня (між користувачем та інформаційним простором). За [85], при взаємодії на низькому рівні мета користувача часто полягає у зміні представлення (репрезентації), аби виявити закономірності, відношення, тенденції або інші особливості. А при взаємодії на більш високому рівні мета користувача – досягти розуміння, причому розуміння мети взаємодії тут є критичним. У більш загальному випадку, взаємодія низького рівня, як правило, пов'язується з безпосередніми фізичними діями користувача, а взаємодія високого рівня зі свідомістю користувача.

Наведені трактування взаємодії доволі відмінні в різних науках і можна визнати, що немає чітких обмежень щодо інтерпретації цього поняття. На нашу думку, якщо розглядати картографічну взаємодію у широкому сенсі, то не слід обмежуватися лише електронною картографією. Так, взаємодія користувачів

може відбуватися і з паперовими картографічними творами, особливо при проведенні картометричних операцій. В електронній картографії ситуація ускладнюється необхідністю враховувати наявність комп'ютерного пристрою (зокрема, інтерфейсу), за допомогою якого здійснюється взаємодія. Більше того, можна досліджувати взаємодію не тільки кінцевих користувачів з картографічним твором (КІС), але й розробників з КІС, ба більше, взаємодію між розробниками всередині АТП тощо. Отже, при обґрунтуванні предмету та області дослідження картографічної взаємодії повинні бути чітко визначені:

- парадигма взаємодії (за [30]);
- учасники (суб'єкти) взаємодії та усі можливі комбінації (схеми) взаємодії (кінцеві користувачі – КІС; кінцеві користувачі – картографічний інтерфейс; кінцеві користувачі – карти; автори – КІС тощо; взаємодія низького рівня; взаємодія високого рівня);
- зміст взаємодії (концептуальна схема взаємодії) та результат взаємодії (зміна картографічного зображення; зміна геоданих; отримання інформації (знань) користувачем тощо);
- межі взаємодії (точки відліку початку та кінцю (сеансу) взаємодії).

Інтерактивність у більшості випадках розуміється як певний критерій/міра/ступінь/рівень, що можна проілюструвати наступним визначенням [40, табл. 1]: «ступінь, в якій користувачі можуть змінювати форму та вміст опосередкованого (mediated) середовища в режимі реального часу». Так, Р. Долакія та ін. [40] пропонують виділяти шість компонентів для побудови інтерактивності:

1. Користувальницький контроль, під яким розуміється ступінь можливості обирати час, зміст, послідовність комунікації тощо.
2. Відгук (Responsiveness), який виражає ступінь і здатність системи збирати та зв'язувати повідомлення від користувача, надаючи адекватну відповідь.

3. Взаємодія у реальному часі – швидкість, з якою відбувається комунікація, особливо час відгуку. Чим швидше відповідь, тим краще сприйняття інтерактивності.
4. Зв'язаність (Connectedness), що виражається наявністю та кількістю зв'язків з іншими користувачами поза межами конкретного сайту або системи (досягається за допомогою гіперпосилань, чатів тощо).
5. Персоналізація: відображає ступінь, у якій інтерфейс може адаптуватися до задоволення потреб конкретного користувача.
6. Грайливість (Playfulness). Цей компонент відноситься до розважальної цінності сайту, який впливає на краще сприйняття сайту як інтерактивного.

Дж. Дженсен [55], окрім критерію, пропонує розглядати інтерактивність як певний континуум, у якій інтерактивність може бути представлена у різному ступені. Цей континуум може утворюватися декількома вимірами. Одновимірна концепція інтерактивності, як правило, визначається за одним конкретним критерієм за лінійною шкалою розподілу від низької інтерактивності до високої. Двовимірна концепція інтерактивності представляється матрицею, запропонованою Б. Шупровичем у 1995 р. Тривимірна концепція спирається на три змінні: «частоту» (як часто можна взаємодіяти), «діапазон» (скільки варіантів вибору доступно) та «значимість» (наскільки вибір може вплинути на результат). Для чотиривимірної концепції обрано: «ступінь доступності вибору», «ступінь змінюваності», «кількість доступних варіантів вибору та модифікацій», «ступінь лінійності чи нелінійності». Серед багатовимірних концепцій інтерактивності автором виділено шестивимірну концепцію К. Хітера (1989), що складається з «вибірковості» (ступінь можливості вибору інформації); «кількості зусиль, які повинні докласти користувачі для доступу до інформації»; «ступеню реагування системи на дії користувача»; «потенціалу контролю за використанням системи» (реєстрація історії поведінки користувачів); «ступеню додавання користувачами інформації до системи, до якої можуть отримати доступ інші користувачі»; «ступеню, в якому медіа-система сприяє

міжособистісному спілкуванню між конкретними користувачами». У підсумку можна зауважити, що ця класифікація також базується на критеріях, кожен з яких та сукупність яких, визначається континуумом від низького до високого рівня інтерактивності. Додамо, що визначення самого ступеню часто може бути доволі суб'єктивним і повинно здійснюватися у контексті.

Натомість С. Макмілан та Дж. Хванг [66] усі концепції (визначення) інтерактивності поділяють на інтерактивність як процес; інтерактивність як властивість; інтерактивність як сприйняття та інтерактивність як процес, властивість та сприйняття. Так, за процесуального підходу дослідники сфокусовані на діяльності, наприклад обміні або відгуку. За підходу, заснованого на властивості – на загальних або специфічних характеристиках, що визначають інтерактивність. Інтерактивність як сприйняття, яка є головним предметом дослідження статті [66], розглядається переважно в маркетингу, рекламі та комунікації і є менш поширеною. Розуміння цієї концепції розкривається у визначеннях: «Користувачі оцінювали інтерактивність сайтів на основі їх сприйняття двобічної комунікації, рівню контролю, активності користувачів, почуття місця та чутливості до часу» та «Зрештою, взаємодія є вибором споживача, тому інтерактивність є характеристикою споживача, а не характеристикою середовища. Середовище просто полегшує взаємодію» [66, табл. 1]. Вважаємо, що і у картографічній взаємодії особливу увагу потрібно приділяти знанням, досвіду, мотивації користувачів, що позначається на здатності та якості їх взаємодії. Але схильні пов'язувати інтерактивність передусім з КІС, оскільки нас більше цікавлять властивості моделі реальної дійсності, які до того ж можна обґрунтувати у більш формалізованому вигляді, аніж характеристики множин (груп) користувачів.

У мета-аналізі ефектів веб-інтерактивності [111] інтерактивність віднесено до «технологічних атрибутів опосередкованого середовища, що дозволяє взаємну комунікацію або обмін інформацією, яка забезпечує взаємодію між комунікаційною технологією та користувачами або між користувачами за

допомогою технології» [111, с. 636]. Серед висновків роботи можна виділити наступні:

- ступінь ефективності веб-інтерактивності залежить від об'єктивної та сприйнятої користувачем інтерактивності, причому сприйнята набагато ефективніша. Зокрема, не завжди більша кількість інтерактивних функцій приводить до більшого рівня сприйнятої інтерактивності. Згідно [101, с. 6] сприйнята інтерактивність переважає об'єктивну, оскільки «користувачі можуть сприймати комунікацію або середовище як інтерактивне навіть якщо в ній відсутнє достатнє число інтерактивних елементів...»;
- надзвичайно високі рівні інтерактивності менш ефективні, ніж помірні рівні інтерактивності. Враховуючи труднощі у визначенні універсально прийняттого «помірного рівня» інтерактивності для користувачів веб-сайтів, необхідні додаткові дослідження оптимального рівня інтерактивності;
- хоча інтерактивність не обов'язково може бути корисною для пізнання користувачами, вона, тим не менше, може викликати позитивне ставлення користувачів до веб-сайтів.

Отже, у картографії можна розглядати інтерактивність, віднесену до (1) користувачів (людей), (2) КІС (інтерфейсу), (3) користувачів та КІС. На нашу думку, за першого підходу доцільно говорити лише про соціальні/психологічні дослідження у картографічному контексті. Третій підхід буде найбільш ефективним при дослідженні конкретної цільової групи користувачів для конкретної КІС і, що важливо, повинен спиратися на добре розроблену інтерактивність (1) та (2) підходів. Проведений аналіз дозволяє стверджувати, що інтерактивність КІС повинна визначатися сукупністю критеріїв, що утворюють континуум від низької інтерактивності до високої.

Хоча визначення відповідності критеріям інтерактивності здаються доволі суб'єктивними, насправді більшу їх частину розробники можуть кількісно та

якісно стандартизувати. Оцінка користувачів необхідна лише для визначення оптимального рівня інтерактивності, що є предметом дослідження підходу (1) та (3), за якого будуть використовуватися матеріали оцінки інтерактивності від розробників. З вищенаведеного можна зробити висновок, що у випадку розробки КІС як продукту або КІС, орієнтованого на конкретного споживача, необхідно оперувати поняттям інтерактивності за (3) підходу, а у загальному випадку буде достатнім лише (2) технологічний підхід.

Будь-яка КІС, що знаходиться в межах континууму інтерактивності, може називатися інтерактивною. Але як визначити, що КІС не є інтерактивною? Фактично, сьогодні важко знайти електронний картографічний твір, який би не можна було віднести до КІС з низьким рівнем інтерактивності. Так, атласи тільки для перегляду, що традиційно вважаються не інтерактивними, насправді також передбачають певну взаємодію (як мінімум, перегортання сторінок). Виключенням і дійсно неінтерактивними творами є окремі статичні карти (як правило, растрові зображення), де така проста інтерактивна операція як масштабування, здійснюється не за допомогою картографічного інтерфейсу (на відміну від атласів тільки для перегляду), а засобами інтерфейсу браузера/комп'ютерного пристрою.

Наостанок додамо, що якщо картографічну взаємодію найбільш доцільно розглядати у площині використання карт, то картографічна інтерактивність зачіпає як сферу створення, так і використання карт.

2.2. Взаємодія та інтерактивність в картографічних дослідженнях.

Р. Рот у дисертації [92] зазначає, що наука о картографічній взаємодії не є новою концепцією і дослідження інтерактивних карт почалися ще у 1960-х рр. Незважаючи на поодинокі приклади, поширення концепції інтерактивності в картографії приурочено до діджиталізації картографії наприкінці 1980-х – початку 1990-х рр., періоду, де переважна більшість досліджень була

сфокусована на технологічних аспектах. У попередньому розділі було стисло розглянуто інформаційні та соціальні корені картографічної взаємодії/інтерактивності. Картографічними же витокami сучасної інтерактивної картографії можливо вважати дослідження використання карт, які почалися у 1950-х рр. завдяки зусиллям А. Робінсона [104].

Ван Ельзаккер [104] виокремлює дві великі категорії досліджень використання карт: (1) більш цілісні функціональні дослідження та (2) перцептивні та когнітивні дослідження.

Так, функціональні дослідження використання карт засновані на чіткому припущенні, що карта створена для певної мети. Є важливим з'ясування відповідності карти поставленій меті. Іншим аспектом є вивчення потреб та характеристик користувачів карт. Для розв'язання цих проблем та підвищення ефективності картографічних творів, як правило, проводяться емпіричні дослідження із залученням користувачів. Функціональні дослідження, хоча і не у великій кількості, постійно проводилися протягом другої половини ХХ ст. [104]

У перцептивних та когнітивних дослідженнях використання карт, окремий користувач визначається відправною точкою у розв'язанні питання «як працюють карти». Цей напрям тісно пов'язаний з інтеграцією досягнень психології у картографічні дослідження (спочатку біхевіоризм, а з 1960-х рр. – когнітивна психологія). Варто розрізняти перцепцію (сприйняття), яка пов'язана з початковою реакцією органів почуття користувача на зміст карти (розпізнавання картографічних образів), та пізнання, що окрім сприйняття, включає процеси мислення, попередній досвід, пам'ять тощо і зосереджено на пошуках причин та поясненні речей (інтерпретація картографічних образів). Перцептивні дослідження в картографії, звичайно, проводилися у рамках комунікативної парадигми, де акцент було зосереджено на ефективності передачі даних, читанні карти та пошуку та орієнтації на «середнього користувача карти». Дослідження подібної тематики активно проводилися у 1960-х – 1980-х рр. та призупинилися в період науково-технічної революції в

картографії, що збіглося з поступовим згасанням комунікативної парадигми. Б. Петченік наступним чином підсумовує цей етап картографічних досліджень: «Цілої теорії або набору принципів, більших за суму дрібних складових частин, не виникло. Подібним чином аналітичні спроби розібратися з поняттям читання карт не привели до жодної теоретичної структури, з якої можна було б вивести принципи, які б могли допомогти в деталях проектування карт. Очевидно, що читання карт – це більше, ніж просто нагромадження ряду простих перцептивних порівнянь розміру чи значення символу» [82, с. 117]. Натомість у 1990-х рр. відновився інтерес саме до когнітивних питань використання карт, зокрема і отриманню знань за допомогою карт [104].

Дослідження когнітивних процесів у свідомості користувачів, що передують безпосередньому фізичному акту взаємодії користувачів з картою, а також інтерпретація взаємодії, є важливою складовою концептуальних схем картографічної взаємодії. Нам здається очевидним, що питання читання карт та взаємодії з картами є тісно пов'язаними (якщо не одно й те саме, що залежить від інтерпретації поняття «взаємодії») і часто дуже важко розмежувати завершення одного процесу та початок іншого, особливо коли мова йде про цілі користувачів та сценарії поведінки користувачів. Тому, на нашу думку, здобутки картографів «паперової ери» повинні детально аналізуватися при розробленні будь-яких концепцій картографічної взаємодії. У якості прикладу можна навести роботу [31], де також виокремлюються можливі задачі користувачів при читанні карт.

Питання інтерактивності та взаємодії в картографічних дослідженнях спершу були приурочені до питань проектування картографічних інтерфейсів. Так, у роботі [62] використана класифікація стилів взаємодії між користувачем та комп'ютером з HCI, що складається з вибора меню (Menu Selection), заповнення форми (Form Fill-in), мови команд та запитів (Command and Query Language), природної мови (Natural Language), безпосередньої маніпуляції (Direct Manipulation). Звичайно, подібна класифікація є виключно технологічно-орієнтованою. Далі автор наголошує на створенні більш загальної схеми рівнів користувальницького інтерфейсу з точки зору їх проектування і пропонує

виділяти концептуальний, функціональний і рівень зовнішнього вигляду. Концептуальний рівень складається із загального уявлення про використання та роботу застосунку. Основною проблемою концептуального проектування інтерфейсу є зв'язування мови вводу та виводу в одну інтуїтивно зрозумілу мову користувальницького інтерфейсу. На цьому рівні варто налагодити основу логіку роботи з інтерфейсом, виходячи з призначення та цільової аудиторії застосунку. Функціональне проектування зосереджено на мові введення (які операції доступні і як користувач їх активує; стилі взаємодії), а проектування зовнішнього вигляду на мові виводу (дизайн інтерфейсу). На практиці, усі три концептуальні рівні проектування розробляються паралельно, але на фінальній стадії рівні повинні бути чітко відмежовані та логічно зв'язані [62]. У підсумку, дана робота сфокусована переважно на розробці функціональних операторів взаємодії та технічній реалізації інтерактивності.

Х. Аше та К. Херман [25] не проводять чіткої межі між електронними та інтерактивними картами, ототожнюючи їх. Так, при створенні інтерактивних картографічних застосунків потрібно дотримуватися таких стратегій проектування як узгодженість, системна інтерактивність, навігація за даними та дизайн екранної карти конкретного застосунку. Інтерактивність автори розуміють як «потік інформації між людьми та машинами. Одне з основних завдань картографів, що розробляють інтерактивні карти, – це досягнення потрібного типу та ступеню інтерактивності для множини різноманітних потенційних користувачів» [25, с. 220]. Інтерактивні карти повинні надавати користувачам ряд опцій та варіантів вибору й прийняття рішень, зокрема (1) вибори на екрані, (2) ресурси, що дозволяють зробити цей вибір, та (3) відповідний програмний відклик. Отже, від самого початку розвитку інтерактивної картографії, інтерактивність приурочена до електронних карт та розглядається, на перших етапах, у контексті технології, а не властивості користувачів. Хоча науковцями, наприклад Дж. Кремптоном [37], визнається наявність взаємодії користувачів з паперовими картами, пріоритет надається дослідженням взаємодії з комп'ютерними картографічними системами.

Х. Аше та К. Херман [25] також розрізняють ступінь інтерактивності картографічних систем як континуум від низької до високої рівня інтерактивності. Карти з низьким рівнем інтерактивних можливостей (наприклад, лише з масштабуванням та панорамуванням) віднесено до карт тільки для перегляду. Наступний тип інтерактивності – взаємодія з базою даних – додає більше можливостей маніпулювати графічним контентом та даними (наприклад, змінювати тематичні шари). Третій тип – аналітичний – надає користувачам функціональні можливості, співставні з можливостями програмного забезпечення ГІС. Варто додати, що автори, як прихильники геовізуалізаційної парадигми, оцінюють рівень інтерактивності застосунку за здатністю вирішувати складні завдання маніпулювання даними (high interaction data manipulation tasks).

М. Петерсен у книзі [84] зазначає, що інтерактивна картографія характеризується інтуїтивно зрозумілим користувальницьким інтерфейсом, який складається з графічних значків, курсору та майже миттєвого відображення карт; вона включає звук, відео, інструменти для зумування, переміщення тощо. Інтерактивна картографія розширює людські можливості бачити, досліджувати та розуміти локалізовані явища та їх просторовий розподіл. Фактично, така інтерпретація інтерактивної картографії повністю збігається з мультимедійною картографією.

У 1990-х почали розроблятися перші картографічні (геовізуалізаційні) класифікації інтерактивних операторів та схеми взаємодії низького та високого рівня, які часто засновувалися на схожих класифікаціях з науки о візуалізації інформації. Одним з прикладів таких пошуків є «інтерактивні форми» з роботи [63]: прив'язка (assignment), виділення (brushing), фокусування (focusing), зміна кольорової схеми репрезентації (colourmap manipulation), зміна точки огляду (viewpoint manipulation) та встановлення послідовності (sequencing). Автори також виділяють репрезентаційні форми та, що більш важливо, розглядають їх взаємозв'язки з інтерактивними формами. В роботі проаналізовано рівні сприйняття, інтерпретації символів, використання карт, інформації, що відомі з

класичної картографії та виділено три основні рівня читання карти у геовізуалізації: ідентифікація властивості (Feature identification), порівняння властивості (Feature comparison), інтерпретація властивості (Feature interpretation). МакЕхрен та ін. особливо підкреслюють «властивості» у даних (а не символи, які потрібно передати) та об'єктно-орієнтовану точку зору щодо властивостей разом з інтегрованою когнітивно-семіотичною теорією георезепрентації.

Серед інших праць з геовізуалізації та геовізуальної аналітики, які вплинули на концептуальні схеми взаємодії в картографії, потрібно виділити передусім роботи за участю Генадія та Наталії Андрієнків [23-24; 42]. Так, Генадієм та Наталією Андрієнками на основі робіт Ж. Бертена (1983) та Д. Пуке (1994) було розроблено класифікацію операційних завдань для огляду геовізуалізаційних технік та інструментів для просторово-часових даних (див. рис. 2.1) [24]. У класифікації виділено всього дві когнітивні операції (завдання взаємодії високого рівня): ідентифікація (identify) та порівняння (compare). Цілі пошуку визначаються на основі часу, де «коли = де + що» (when = where + what) позначає відомий час, а інші типи інформації (об'єкти, місцеположення, властивості, відношення) повинні бути виявлені; «де + що = коли» (where + what = when) – інформація про час повинна бути встановлена на основі інших даних. Рівні пошуку поділяються на елементарні (elementary) та загальні (general):

- елементарне «коли» та елементарне «що + де»: описують характеристики об'єкта (місцезнаходження) на даний момент часу;
- елементарне «коли» та загальне «що + де»: описують ситуацію в даний момент часу;
- загальне «коли» та елементарне «що + де»: описують динаміку характеристик даного об'єкта (у цьому місці) у часі;
- загальне «коли» та загальне «що + де»: описують еволюцію загальної ситуації з часом.

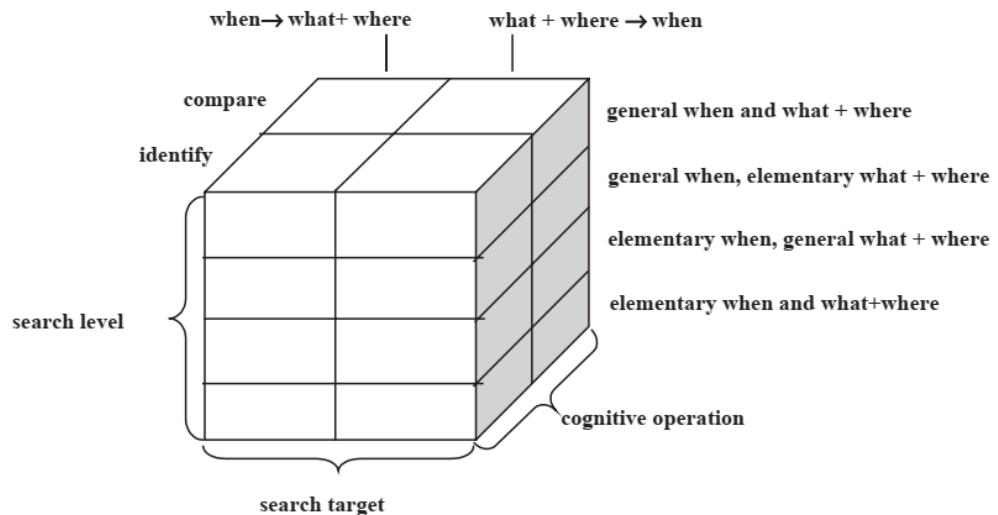


Рис. 2.1 – Класифікація операційних завдань для огляду геовізуалізаційних технік та інструментів для просторово-часових даних (за [24, Рис. 1])

Оскільки дана класифікація велику увагу приділяє часовим змінам, далі в роботі детально розглядаються усі можливі комбінації пошукових рівнів та цілей згідно з класифікаційною схемою (див. рис. 2.1). Когнітивні завдання користувачів, у свою чергу, поділяються на більш конкретні субзавдання. Під геовізуалізаційними техніками розуміється сукупність методів та операторів дослідження просторово-часових даних. Серед інтерактивних операторів передусім виділено «запит» (querying), а також «фокусування» (focusing), «зв'язування» (linking) та «упорядкування представлень» (arranging views). У підсумку, автори згрупували усі оглянуті техніки у чотири групи:

- 1) «Універсальні» техніки, тобто для всіх типів даних: запит (пошук (lookup) та фільтрація), анімація карти та ітерація карти (map iteration);
- 2) Техніки, придатні для даних про екзистенційні (existential) зміни: мітки часу, репрезентація віку кольором, агрегування даних про події та куб простору- часу;
- 3) Техніки, що застосовуються до даних рухомих об'єктів: лінії траєкторії, стрілки, «трасування», мітки часу, куб простору-часу та

різні режими анімації, тобто моментальний знімок у часі (snapshot in time), історія змін та вікно часу;

- 4) Техніки дослідження тематичних (числових) змін: карта змін, графік часових рядів та агрегування значень атрибутів.

У роботі [42] досліджується використання інтерактивних карт для дослідження просторових даних та просторового аналізу. Під інтерактивністю автори розуміють «безліч способів, як система або репрезентовані в системі дані, можуть змінюватися відповідно до запитів користувача...» [42, с. 1]. Р. Едсал та ін. виділяють декілька ролей, які здатні виконувати методи взаємодії при дослідженні даних. По-перше, взаємодія дозволяє середовищу компенсувати недоліки, що виникають внаслідок подання інформації на дисплеї комп'ютера. Зображення даних на двовимірному екрані з обмеженою роздільною здатністю та розміром обмежує кількість та форму видимої інформації. Крім того, незалежно від характеристик екрану, представлення даних також включає упередження автору, пов'язані з генералізацією та символізацією. Взаємодія з комп'ютерним середовищем дозволяє користувачеві отримати доступ до додаткової інформації та використовувати декілька різних форм репрезентації. По-друге, взаємодія допомагає виявити неочевидні закономірності в даних. Деякі закономірності та взаємозв'язки видно лише після багатьох спроб і помилок маніпулювання репрезентацією. Також авторами детально розглянуто інтерактивні оператори та прийоми взаємодії з просторовими даними.

Актуальність робіт візуальних аналітиків пояснимо їх ставленням до карт як інструментів отримання знань та аналізу, на відміну від більшості сучасних картографів, які розглядають карти (особливого в атласному картографуванні) інструментом для репрезентації відомого. Незважаючи на детальну розробленість цих робіт, їх результати не можуть беззастережно використовуватися в картографії, яка не обмежується дослідженням, візуалізацією або передачею наборів даних.

У роботі [35] наголошується на інтерактивності саме інтерфейсів, а не технології як такої, та необхідності відрізнити підходи до проектування

інтерфейсів взагалі та інтерфейсів для геопросторової візуалізації. Цікаво, що інтерфейс ототожнюється авторами з «репрезентацією географії» (тобто картою), з якою відбувається взаємодія та навігація, причому відображене явище також використовується для навігації: «З точки зору географічної візуалізації, проектування взаємодії для навігації передбачає, що користувач може як переміщуватися у самій візуалізації, так і в синтетичній географії, яку вона представляє» [35, с. 3]. Погоджуємося з Дж. Кремптоном [37], який зазначає, що подібне трактування викликає подив. Під навігацію В. Картрайт та ін [35] розуміють переміщення між репрезентаціями «карт», всередині репрезентації «карт» (масштабування тощо); переміщення між та всередині наборів даних; переміщення між просторовими об'єктами, пов'язаними часовими та тематичними атрибутами й інформацією; та навігація між просторовими об'єктами та метаданими. У напрямках майбутніх досліджень, окрім пошуку кращої метафори інтерфейсу та його проектування, автори значну увагу приділяють потребам користувачів, когнітивним дослідженням, наголошують на юзабіліті-тестуваннях, створенні класифікації інтерактивних операторів взаємодії та теорії геовізуалізаційної взаємодії взагалі. На початку 2000-х останні напрямки досліджень починають набувати все більшого розповсюдження.

Дж. Кремптон [37], окрім юзабіліті-тестувань та когнітивних досліджень взаємодії, згадує особливості розподіленої мережі, що надає можливість безлічі користувачам одночасно взаємодіяти з системою. Інтерактивність у геовізуалізації розуміється автором як «система, яка змінює відображення візуальних даних у відповідь на запит користувача. Цей відклик системи повинен бути в межах короткого інтервалу (<1 с), аби підтримувати відчуття інтерактивності у реальному часі. Запит користувача може бути від одного й того ж або декількох користувачів в одній системі (наприклад, у веб), і на дисплеї може відобразитися одне чи декілька представлень. Критичним компонентом є те, що візуальний дисплей реагує (змінюється) у відповідності до запиту користувача. Це визначення чітко відмежовує статичні карти від геовізуалізації та одночасно підкреслює візуальний компонент як основний засіб аналізу...» [37,

с. 88]. Інтерактивність також здатна якісно впливати на те, як думають користувачі.

На нашу думку, Дж. Кремптону вперше вдалося створити зв'язані класифікації завдань взаємодії (взаємодія високого рівня), інтерактивних операторів (взаємодія низького рівня) та об'єктів взаємодії (операндів за [92]) у картографічному (геовізуалізаційному) контексті. Цікаво, що рівень інтерактивності застосунку визначається автором не лише на підставі кількості видів інтерактивності, а можливості їх поєднання. Інтерактивні завдання розрізняються за ступенем складності у наступній послідовності: виявити (examine), порівняти (compare), впорядкувати/відсортувати ((re)order/(re)sort), вибрати/відфільтрувати (extract/suppress), встановити причину/наслідок (cause/effect). Розроблена автором «попередня типологія інтерактивності» утворена з об'єктів взаємодії (операндів) та приурочених до них інтерактивних операторів. Так, (1) взаємодія з репрезентацією даних (корелює з вирішенням простих інтерактивних завдань) включає оператори: підсвічування (Lighting), зміна точки огляду (Changing Viewpoint (“Camera”)), зміна орієнтації даних (Changing Orientation of Data), масштабування (Zoom In/Zoom Out, Re-scaling), зміна картографічних знаків (Remapping Symbols); (2) взаємодія з часовим виміром (приурочена до анімації та корелює з вирішенням інтерактивних завдань середньої складності): навігація (Navigation), анімація-проліт (Fly-throughs), перемикання часових періодів (Toggling), сортування (Sorting); (3) взаємодія з даними (корелює з вирішенням складних інтерактивних завдань): запит до бази даних та аналіз даних (Database Querying and Data Mining), виділення (Brushing (geographic, statistical and temporal)), фільтрація (Filtering), фокусування (Highlighting); (4) контекстуальна взаємодія (корелює з вирішенням складних інтерактивних завдань): декілька представлень (Multiple Views), комбінування шарів даних (Combining Data Layers), зіставлення вікон (Window Juxtaposition), прив'язка (Linking). На думку автора, запропонована типологія:

- 1) дозволить створювати більш потужні інтерактивні системи, які поєднують різні типи інтерактивності;

- 2) дозволить порівнювати та критикувати існуючі картографічні системи та ГІС;
- 3) надасть механізм розуміння різних типів інтерактивності разом з концепцією створення нових інтерактивних систем;
- 4) надасть розробникам інтерфейсів механізм для визначення та вимірювання ефективності інтерфейсів.

М. Харроуер та Б. Шизлі [49] виділяють три питання, що повинні бути вирішені розробниками при створенні інтерактивних картографічних систем: (1) який тип інтерактивності необхідний (вид контролю), скільки інтерактивності необхідно (ступінь контролю) та (3) як інтерактивність має бути реалізована (метод контролю). Автор намагається відповісти на це питання, оцінюючи реалізацію функцій панорамування та масштабування в картографічних інтерфейсах за критеріями функціональності (що можна зробити з картою) та ефективності (наскільки наявна функціональність здатна виконати завдання користувачів). Так виділено чотири функціональні критерії (послідовний проти непослідовного перегляду карти (*sequential versus non-sequential map browsing*), точність (*precision*), локальні та глобальні сигнали для орієнтації (*local-global orientation cues*), перегляд зміни на етапі виконання (*live-linked manipulation*)) та два критерії ефективності (завантаженість інтерфейсу (*interface workload*), співвідношення інформації до інтерфейсу (*information-to-interface ratio*)). Далі автором порівняно дев'ять існуючих методів перегляду карт (*Map Browsing*). У підсумку, робота частково відповідає лише на (1) та (2) питання, головну увагу зосереджуючи на інтерактивних операторах та інтерфейсі: «Успіх інтерактивних карт багато в чому залежить від інтерфейсу, а не лише від самої карти. Інтерфейс визначає як функціональність карти, так і криву навчання, тобто те, як швидко користувач використовує цю функцію. В основі багатьох проблем, з якими люди стикаються при використанні інтерактивних карт, лежить невідповідність можливостей системи та очікувань користувача (обумовлених їх попереднім досвідом роботи з інтерактивними картами або їх відсутністю)» [49, с. 80]. Автори стверджують, що дизайнерські рішення, прийняті в перші дні нових

технологій, часто приймаються некритично та з орієнтацією швидше на технології, ніж на потреби користувачів. Так, майбутні користувачі звикнуть працювати з не найкращими імплементаціями технологій і запропонувати та успішно поширити (що важливіше) альтернативне рішення буде вже вельми складно.

Через декілька років стаття була допрацьована в роботі [91], де досліджувалося юзабіліті картографічного інтерфейсу на прикладі інтерактивної веб-карти Lakeshore Nature Preserve. Головною метою статті було з'ясувати як користувачі взаємодіють з картами та як виміряти успіх цієї взаємодії: «центральне місце у цій розробці займає концепція юзабіліті, галузь досліджень, пов'язана з покращенням як корисності (usefulness) набору інструментів інтерфейсу для виконання завдань, приурочених до карти, так і простоти використання самого інтерфейсу карти. Виклик (challenge) юзабіліті полягає у використанні усталених правил інтерфейсу карт, щоб поліпшити прозорість інтерфейсу, але при цьому залишатися інноваційним та креативним у дизайні та уникати поширення неефективних інтерфейсних рішень» [91, с. 47]. Важливо зазначити, що авторами проведено аналіз двох найпоширеніших методів оцінки в HCI: юзабіліті-тестування та контрольований експеримент (controlled experimentation). В результаті дослідження, було визначено наступні принципи проектування картографічних інтерфейсів: забезпечення каскадного співвідношення інформації та інтерфейсу (Providing a Cascading Information-to-Interface Ratio), забезпечення гнучкості перегляду карт (Providing Map Browsing Flexibility), уникнення мінімалістичного дизайну віджетів інтерфейсу (Avoiding Minimalist Design of Interface Widgets), створення карти (наповнення контентом) повинно передувати розробці інтерфейсу (Avoiding the Lorem Ipsum Map).

Стаття Р. Рота та М. Харроуера [91], на відміну від попередніх, значну увагу приділяє користувачам у взаємодії, відводячи їм центральне місце при проектуванні інтерактивних картографічних інтерфейсів. Це прояв загальної тенденції посилення впливу UCD на картографію, що зберігається і дотепер. Додамо близьку нам думку стосовно визначення «користувача» з точки зору

USD в картографії: «І коли мова йде про «користувача», ми не повинні думати тільки про кінцевого користувача, але й про людей та організацій, які використовують певні інструменти для поширення та створення геопросторової інформації. Це підводить нас до UCD» [105, с. 488-489].

На заклик В. Картрайта та ін. [35] щодо створення класифікації інтерактивних операторів відгукнулися представники «австрійської картографічної школи». З точки зору комунікативної парадигми картографії [44], було створено класифікацію й стандартизацію інтерактивних функцій (відповідають операторам взаємодії), приурочених до 8 типів (частково відповідають операндам взаємодії). Перші три типи функцій (взаємодія з репрезентаційною моделлю, взаємодія з алгоритмами для створення репрезентації, взаємодія з первинною моделлю) віднесені авторами до інтерактивних функцій процесу створення карт. Під репрезентаційною моделлю автори розуміють вторинну модель даних (карту), під алгоритмами – сукупність функцій для переходу між первинною та вторинною моделлю даних (наприклад, зміна інтервалів шкали хороплети), під первинною моделлю – базу даних. Четвертий (впорядкування декількох одночасних представлень (Arranging Many Simultaneous Views)) та п'ятий (динамічне зв'язування з іншими типами відображення (Dynamic Linking with further Display Types)) типи функцій приурочені до інтерактивних функцій з множиною репрезентацій. Шостий (взаємодія з часовим виміром (анімація)) та сьомий (взаємодія з (псевдо-) 3D візуалізацією) типи відносяться до функцій з третім та четвертим вимірами. Нарешті, восьмий тип – системна взаємодія – представляє базові функцій (не мають прямого відношення до картографічних операцій). Для демонстрації класифікації, її було використано для оцінки функціональних можливостей AoS 2. Автори так оцінюють корисність розробленої класифікації інтерактивних функцій:

- класифікація спрощує оцінку;
- дозволяє визначити кількість наявних функцій та їх комбінації;

- класифікація не є повною та завершеною, зокрема потрібно розробити модель, яка б враховувала комбінації функцій різних видів;
- знання цієї класифікації допоможе у розробки нових інструментів на функціональному рівні (за [62]).

У 2007 р. Ф. Ормелінг [75] виділив традиційні та ті, що сформувалися у мультимедійній картографії, концепції карт (атласів):

- карти як моделі реальної дійсності;
- карти як провідники просторового розуміння (spatial insight);
- карти як просторові організатори;
- карти як інструменти доступу до інформаційних елементів;
- карти як навігаційні пристрої для мультимедійних продуктів;
- карти як інтерфейси для географічних баз даних;
- карти як мультимедійні інтерфейси;
- карти як засіб взаємодії;
- карти як інтерфейси до картографічних баз даних;
- карти як інструменти для наукової візуалізації.

Оскільки сучасна картографія, як правило, розуміється як наука про карти, де карта може виконувати різноманітні вищезгадані функції у різних дисциплінах та наукових напрямках, для картографів є вкрай важливим розуміння концепції карти при проектуванні або дослідженні взаємодії.

Спираючись на міждисциплінарну літературу з інтерактивності, К. Кува та ін. [36] також визначають інтерактивність як континуум, однак виділяють відсутність інтерактивності (статичне зображення/анімація без можливості навігації або зміни) та повну інтерактивність (приспосована для експертів і надає усі можливі інструменти взаємодії). Проміжні між ними рівні передбачають: (1) зміни у рамках екранної навігації (масштабування, панорамування); (2) зміни семіотики та, за можливості, режиму репрезентації карти; (3) зміну, обробку та введення тематичних даних. Згідно з графіком [36, Рис. 1.12] автори вважають,

що вищий рівень інтерактивності сприяє кращому рівню комунікації. Додамо, що тут інтерактивність розглядається виключно з точки зору системи.

Важливою подією в інтерактивній картографії є поява дисертації Р. Рота [92], в якій започатковується наука о картографічній взаємодії. Мета роботи розкривається трьома дослідницькими завданнями:

- 1) Визначити ключові питання, на які повинна відповісти наука про картографічну взаємодію, та порівняти існуючу область досліджень науки про картографічну взаємодію з потребами практики картографічної взаємодії, скоригувавши, за потреби, дослідницькі очікування.
- 2) Використати огляд науки та практики для емпіричного отримання таксономії примітивів взаємодії або основних одиниць картографічної взаємодії.
- 3) Апробувати картографічний інтерфейс для отримання емпіричного розуміння таксономії примітивів картографічної взаємодії, що призведе до створення початкового набору керівних принципів з проектування та використання інтерактивних карт та картографічних систем.

Перед ознайомленням з роботою Р. Рота, яка без сумніву є добре розробленою і спирається на велику кількість літератури з інтерактивності та взаємодії, потрібно зважати на наступне: автор вважає картографію наукою про карту; автор вважає геовізуалізацію та геовізуальну аналітику галузями картографії; автор вважає, що дуалізм між репрезентацією даних (графічна візуалізація) та взаємодією з даними (маніпуляції з графікою) у науці про візуалізацію інформації та дослідницький аналіз даних (Exploratory Data Analysis) може бути перенесений у картографію як «науку про один тип інформаційної графіки» [92, с. 7]; автор надає перевагу англо-американським вченим (зокрема, картографічним школам університету Пенсильванії та Вісконсіна-Медісона).

Під картографічною взаємодією Р. Рот розуміє «діалог між людиною та картою, що здійснюється за посередництвом комп'ютерного пристрою» [92, с. 4]. У статті [93, с. 60] визначення було додатково уточнене: «як карти змінюються користувачем». Подібні інтерпретації дозволяють стверджувати, що Р. Рот дотримується передусім концепції взаємодії, заснованої на діалозі (за [51]), що підкріплюється використанням моделі етапів дій Д. Нормана [10].

Предмет та область досліджень науки о картографічній взаємодії розкриваються у відповідях на шість фундаментальних питань:

- Що? (What?) Значення (визначення) картографічної взаємодії у контексті картографічних досліджень.
- Чому? (Why?) Ціль картографічної взаємодії та її цінність.
- Коли? (When?) Час (випадки), коли картографічна взаємодія позитивно впливає на досягнення результату, і тому повинна бути впроваджена.
- Хто? (Who?) Типи користувачів у картографічній взаємодії та те, як відмінності між користувачами впливають на стратегії взаємодії (послідовність дій користувачів для досягнення мети) та проектування інтерфейсу.
- Де? (Where?) Комп'ютерний пристрій, за допомогою якого забезпечується картографічна взаємодія, та обмеження картографічної взаємодії, обумовлені пристроєм.
- Як? (How?) Фундаментальні примітиви картографічної взаємодії та проектування картографічних інтерфейсів.

Р. Рот стверджує, що «наука о картографічній взаємодії повинна починатися з розгляду загального досвіду картографічної взаємодії, а не одразу фокусуватися на реалізації та використанні картографічних інтерфейсів, що підтримують взаємодію» [93, с. 66]. Забігаючи наперед зазначимо, що Р. Рот кінцевою метою теорії картографічної взаємодії однаково вважає забезпечення

розробки та оцінки інтерфейсів, причому теорія не є сталою і її валідність повинна підтверджуватися практикою [92, Рис. 7.1].

Р. Рот визначає три компоненти та/або дослідницькі підходи картографічної взаємодії: (1) люди (підхід, орієнтований на користувача); (2) комп'ютерний пристрій (підхід, орієнтований на технологію); (3) карта (підхід, орієнтований на інтерфейс). Так, питання «Що?» та «Чому?» визначають сутність картографічної взаємодії та аргументи на користь її наукового дослідження у рамках картографії, а відповіді на питання «Хто?», «Де?», «Коли?» направлені на дослідження відповідних трьох компонентів картографічної взаємодії.

Критичний аналіз усіх аспектів «п'ятьох W» потребує окремої дискусії. Тут звернемо увагу лише на питання «Де?», що відноситься до технологічного підходу картографічної взаємодії. У цьому розділі Р. Рот розглядає лише пристрої вводу (за допомогою яких взаємодіє користувач); характеристики дисплею; продуктивність та потужність пристрою, які головним чином впливають на швидкість взаємодії (з боку системи). У статті [93] до переліку було додано мобільне картографування та геолокаційні сервіси (location-based services). З-поміж усіх питань, цьому Р. Рот надає найменше уваги, наголошуючи передусім на створенні теорії та керівних принципів, які не повинні змінюватися під впливом мінливих технологічних рішень. Ми згодні з автором щодо пріоритету теорії над технологію, але не погоджуємося зі змістовним наповненням цього питання, а точніше співвіднесенням його з технічно-орієнтованим підходом. Так, різні комп'ютерні пристрої та картографічні системи, в яких розглядається картографічна взаємодія, потребують, як мінімум, перегляду картографічного інтерфейсу, тобто не відносяться до суто технічних питань. Під технологічним підходом до картографічної взаємодії ми б розуміли концептуальні схеми технологічної реалізації інтерактивності в КІС. Звичайно, ці питання не є предметними для традиційної картографії, але вони також потребують вирішення і повинні враховувати специфічність програмної архітектури заданої КІС.

Більша частина роботи присвячена теоретичним та практичним пошукам відповіді на питання «Як?». Р. Рот зауважує, що більшість досліджень картографічної взаємодії були направлені на проектування та оцінку одного конкретного інтерфейсу, а не самої картографічної взаємодії в цілому: «Один зі способів зробити це – ідентифікувати фундаментальні види або типи картографічних взаємодій, які разом складають сеанс взаємодії, а потім варіювати комбінацію цих примітивів взаємодії в серії контрольованих експериментів для визначення прототипу успішних стратегій картографічної взаємодії. Для картографічних інтерфейсів, які забезпечують багаточисельні картографічні взаємодії, таксономія примітивів картографічної взаємодії діє як логічна схема для об'єднання та інтерпретації журналу взаємодії (interaction log), створеного під час сеансу взаємодії» [92, с. 34]. Для ідентифікації та дослідження усіх процесів сеансу взаємодії Р. Ротом була створена концептуальна схема етапів взаємодії, що є адаптованою схемою етапів дій [10] (див. рис. 2.2).

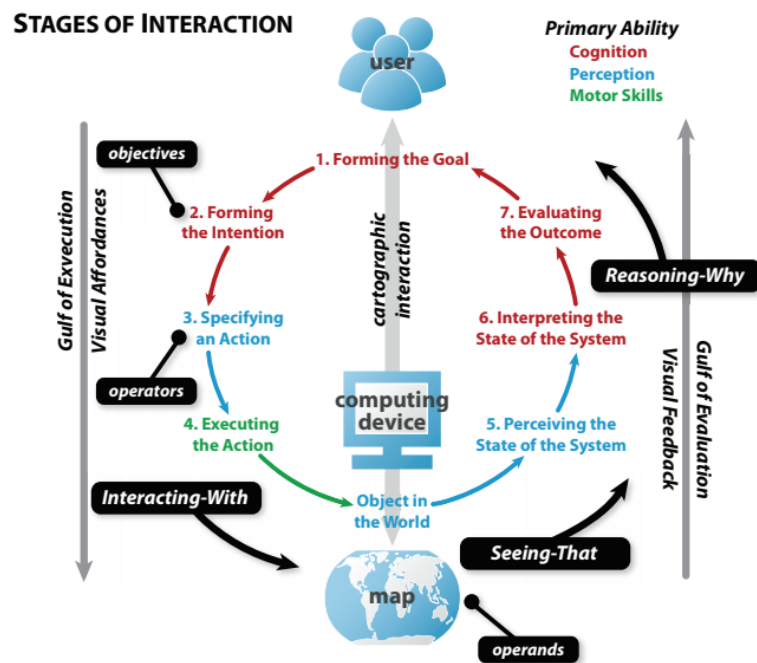


Рис. 2.2 – Схема етапів взаємодії (за [93, Рис. 4])

Далі Р. Ротом було виділено три підходи та відповідні таксономії примітивів картографічної взаємодії, приурочені до конкретної стадії схеми етапів взаємодії (див. рис. 2.3):

1. Підхід на основі завдання. Відповідає етапу формування наміру і вказує на завдання, яке прагне вирішити користувач за допомогою картографічного інтерфейсу. Завдання є уточненням цілі взаємодії і позначає конкретні дії для досягнення цілі. Цей підхід, як правило, відповідає схемам високого рівня взаємодії.
2. Підхід на основі операторів зосереджений на різних типах інструментів, які надаються користувачу для виконання завдання. Оператори можна згрупувати у три великі групи: (1) оператори для картографічного зображення, (2) оператори для зміни точки огляду користувача на картографічне зображення, (3) підготовчі (enabling) оператори. Цей підхід, як правило, відповідає схемам низького рівня взаємодії.
3. Підхід на основі операндів відноситься до характеристик об'єкта, на якого направлена дія оператора взаємодії. Виокремлюються класифікації операндів на основі типу або двовимірного відношення завдання-тип (наприклад, простір, час, об'єкт) та стану (наприклад, дані – візуалізовані дані).

У практичній частині дисертації описуються проведені емпіричні дослідження (анкетування користувачів, Cartographic Interaction Study and User Satisfaction Survey тощо) з метою:

- уточнити та скорегувати змістове наповнення «п'ятьох W»;
- визначити примітиви картографічної взаємодії;
- перевірити таксономію примітивів картографічного інтерфейсу та дослідити прототипно успішні та неуспішні стратегії картографічної взаємодії (на прикладі додатку The GeoVISTA CrimeViz).

AN EMPIRICALLY DERIVED TAXONOMY OF CARTOGRAPHIC INTERACTION PRIMITIVES

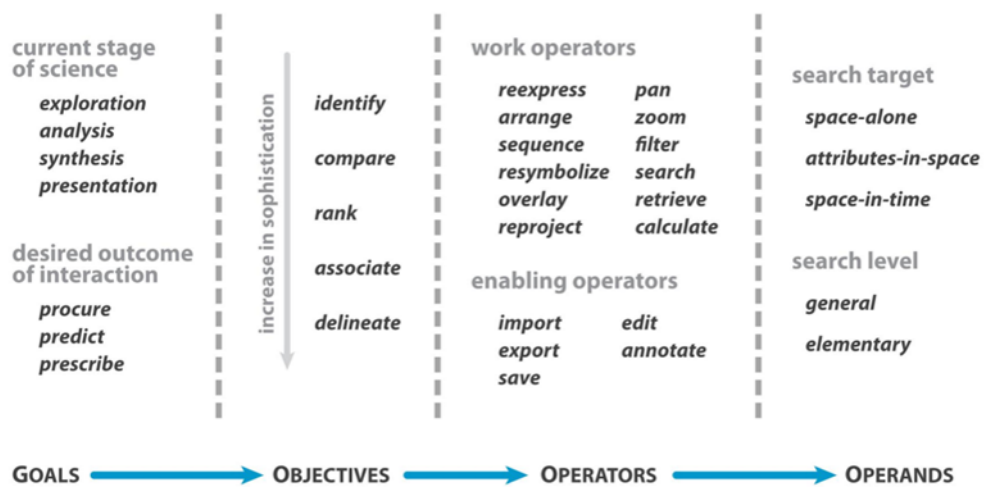


Рис. 2.3 – Емпірично визначена таксономія примітивів картографічної взаємодії (за [92, Рис. 5.3])

Емпіричні дослідження дозволили Р. Роту визначити ряд тверджень, які як співпадають з теоретичними результатами першої частини роботи, так і не збігаються. На основі дослідження стратегій картографічної взаємодії, було виокремлено типові «профілі користувачів», які дозволять більш критично підходити до розробки операторів взаємодії та поведінки різних користувачів. Напрямами майбутніх досліджень були названі:

- вдосконалення таксономії примітивів картографічної взаємодії;
- створення синтактики картографічних примітивів взаємодії (рекомендацій по проектуванню інтерфейсів на основі знань про зв'язки та ефективну послідовність картографічних примітивів в залежності від контексту);
- інтеграція досліджень картографічної взаємодії та картографічної репрезентації;
- інтеграція науки та практики.

Зміст дисертації без істотних змін був використаний Р. Ротом для ряду статей, що виходили протягом 2012–2015 рр. Нам не вдалося знайти роботи,

присвячені подальшій концептуалізації та доопрацюванню науки о картографічній взаємодії Р. Рота або її критичному аналізу та дискусії. Зокрема і сам автор зосередився більше на UCD дослідженнях та мобільній картографії.

А. Бальціунас та Г. Беконіте [28] визначають інтерактивність в картографії як «властивість, яка дозволяє користувачам взаємодіяти з елементами карти. Величина взаємодії пов'язана з можливостями конкретного користувача виконувати дії над елементами карти...функціональність можна визначити як характеристику інтерактивної електронної карти або картографічної системи, яка виражає здатність системи адаптуватися до потреб користувача щодо управління просторовою інформацією. Функціональність визначає ступінь, в якій користувачу надаються функції для виконання поставленого завдання з картою та відповідає на питання: чи можна і з яким ступенем ефективності ця функція може бути використана» [28, с. 45-46]. Так, автори виділяють два напрямки досліджень функціональності карт: дослідження якості реалізації функцій карти та дослідження ефективності використання цих функцій. Якість складно оцінити, але в комп'ютерних системах вона може бути оцінена за конкретними параметрами та стандартизована. Авторами також запропоновано концептуальну схему для аналізу ефективності використання інтерактивних карт.

У статті [113, с. 101-102] виокремлено завдання користувача та інтерактивні завдання: «Завдання, як правило, відносяться до послідовності інтерактивних дій, які виконуються в середовищі візуалізації. Слід зосередитися на тому, що ці інтерактивні дії є провідниками певних цілей користувачів. Отже, завдання – це двостороння концепція, яка включає цілі, переслідувані в інтерактивних діях (завдання користувача), та послідовні оператори взаємодії, які використовуються для досягнення цих завдань (інтерактивні завдання)». Завдання користувача відповідають тут взаємодії високого рівня (або підходу на основі завдань), а інтерактивні завдання – взаємодії низького рівня (або підходу на основі операторів). Авторами проаналізовано існуючі класифікації взаємодії високого й низького рівня та створено порівняльну схему класифікацій

інтерактивних операторів. З шести використаних для схеми робіт лише дві можна віднести до картографічних [42] та [92]. Zhang та ін. пропонують розрізняти примітивні завдання користувача (ідентифікувати, локалізувати (localize), порівняти) та усі інші, які є комплексними і можуть бути розкладені на послідовність примітивних завдань користувача. Варто додати, що автори знаходяться під впливом робіт Андрієнків [24], також розрізняючи елементарний та загальний рівень завдань. Запропонована авторами інтегрована класифікація інтерактивних операторів, на нашу думку, більш орієнтована на науку о візуалізації інформації, ніж на картографію.

Заслуговує уваги робота [79], в якій поставлена мета інтегрувати картографічні знання та принципи в картографічні інтерфейси геопорталів з користувальницькими картами за допомогою спеціально розробленого «помічника» (wizard). Авторами створено схему рівнів взаємодії з «помічником» картографічного інтерфейсу, що передбачає як спливаючі підказки про елементи інтерфейсу, так і описи та приклади реалізації конкретних картографічних функцій. Було проведено юзабіліті-тестування інтерфейсів з «помічником» з реальними картографічними завданнями. Результати свідчать про корисність «помічника» та успішну взаємодію, однак у користувачів виникали деякі труднощі з розумінням термінології, можливостей та очікувань від «помічника» (наприклад, не тільки допомога, але й автокорекція) та деякими рішеннями дизайну картографічного інтерфейсу (іконки, оповіщення тощо). На підставі проведеного дослідження авторами сформульовані наступні рекомендації з інтеграції картографічних функцій та знань в картографічні системи:

- дія та результат функцій повинні бути зрозумілими для користувача;
- допомога та пояснення з приводу функціональності повинні надходити у різних формах та різними шляхами (текстовий опис та демонстрація (навчання через дію));
- врахувати різноманітну цільову аудиторію складно, але наявність декількох рівнів в інтерфейсі вдало вирішує це завдання;

- надання користувачам способів самостійно та в інтерактивному режимі досліджувати контент та знання є бажаним, оскільки призводить до отримання позитивного досвіду роботи з картографічною системою.

Більшість досліджень 2010-х рр. якщо і зачіпають питання картографічної взаємодії/інтерактивності, то, як правило, у контексті UCD досліджень або сфери використання карт користувачами. На сьогодні досі не з'явилося робіт, які б поєднували дослідження картографічного репрезентації та картографічної взаємодії (в інтерпретації Р. Рота), використання карт та картографічної взаємодії.

2.3. Аналіз досліджень інтерактивності в атласній картографії.

Окремі дослідження взаємодії у атласному контексті або інтерактивності атласів не є поширеними. Як правило, розглядаються питання проектування та вдосконалення графічного інтерфейсу користувача атласів, їх інтерактивних функцій. Великий внесок у цей напрямок досліджень зроблено представниками «швейцарської картографічної школи» [38-39; 99] та ін.

Так, у роботі [99] озвучено концепцію інтерактивних «розумних легенд», які дозволяють частково змінювати репрезентацію карти та виконувати пошук базової інформації. Інтерактивні легенди здатні підтримувати три типи дій: з вбудованою в карту інформацією; з легендою; двонаправлені дії. В статті розглядається не сам процес взаємодії, а здатність інтерактивної легенди забезпечувати взаємодію за допомогою різних функціональних можливостей. У роботі [38], окрім інтерактивної легенди, детально розглянуто функціональність графічного інтерфейсу користувача атласів та запропоновано класифікаційну схему функцій в МАІС. Ця схема була пізніше допрацьована в розділі монографії [54] (див. табл. 3.1). Основною відмінністю з попереднім варіантом класифікації є розподіл функцій на дві категорії за рівнем інтерактивності.

Причому рівень інтерактивності тут визначається з точки зору підходу, орієнтованого на користувача: «інтерактивність сильно залежить від завдань та дій (activities), які хочуть виконати користувачі. При використанні карт ван Ельзаккер [104] пропонує розрізняти: пошукові (search) дії, дії вибору (selection), дії читання (reading), аналітичні (analytical) дії, коригувальні (adjustment) дії та конструктивні (construction) дії. Базову інтерактивність віднесено до таких дій, як загальний візуальний огляд та порівняння карт, отримання певної тематичної інформації, пошук та локалізація об'єктів, експорт карти (результатів візуалізації). Висока інтерактивність відповідає більш складним діям (завдання взаємодії високого рівня), зокрема відшукуванню та порівнянню просторових структур та процесів, імпорту та обчисленню даних. Підкреслимо значимість цієї класифікації, яка окрім функцій з картами, виокремлює загальносистемні функції та функції не тільки з картографічним контентом. Щоправда цей перелік не можна вважати повним і він залишається «картоцентричним», що обумовлено поглядами авторів, висвітленими у минулих розділах.

Додамо, що автори вважають принцип «Ви повинні знати свого користувача» імперативом при проектуванні атласних функцій та інструментів. На нашу думку, такий принцип не може бути основоположним. Наприклад, як діяти при створенні атласів загального призначення та наукового-довідкових, особливо національних та регіональних, які додатково обтяжені функцією престижу та повинні демонструвати останні досягнення як наукового, так і технологічного характеру? При проектуванні функціональності вузькоспеціалізованих атласів підхід, орієнтований на користувача, може бути вирішальним лише тоді, коли атлас є продуктом, який повинен задовольняти потреби користувача та приносити задоволення від використання. У випадку, коли вузькоспеціалізований атлас є інструментом для вирішення певних завдань, на нашу думку, орієнтація на оцінку користувачів не може бути вирішальною, оскільки лише картографи-розробники найбільш придатні одночасно для формулювання складних завдань з просторово-часовими даними та створення інструментарію для роботи з ними.

Таблиця 3.1

Класифікація функцій інтерактивних атласів (за [54, Табл. 9-1])

Група функцій	Підгрупа функцій	Функції	
		Базова інтерактивність	Висока інтерактивність
Загальні	Системно-орієнтовні	Вибір мови; Роздрукувати; Статус системи; Допомога; Контакти (imprint); Додому; Вихід	
	Орієнтовані на контент	Вперед/назад (історія карт); Підказки; Закладки	Вибір режиму (2D/3D); Експорт/імпорт (карт та даних); Активна область (hot spots); Уподобання (preferences)
Навігаційні	Просторова навігація	Вибір області; Вибір масштабу; Масштабування; Панорамування; Довідкова карта-врізка; Визначення місцеположення/геоприв'язка; Географічний покажчик/газетир; Географічний пошук	Обертання 2D карти; Вибір лінії / кута Спостереження 3D карти; Переміщення та «політ» у 3D; Прокладання маршруту; Локалізатор (localizer); Лупа (magnifier); Знімок екрану (snapping)
	Навігація у часі	Вибір часового періоду; Пошук за часом та часовий покажчик	Анімація/Зміна часу/Лінія часу
	Навігація за тематичним змістом	Вибір теми (тематичного шару/карти); Зміна/Перемикання теми (тематичного шару/карти); Покажчик тематичного змісту; Пошук за тематичним змістом	
Картографічна візуалізація	Управління картою	Увімкнення/вимкнення шару; Прозорість шару; Увімкнути/вимкнути відображення легенди	Модифікація умовних знаків 2D карт; Модифікація умовних знаків 3D карт; Зміна проекції
	Виділення (redlining)	Статичні підписи/відмітки на карті	Інтерактивні підписи/відмітки на карті); Додаткові елементи карти

Продовж. табл. 3.1

Група функцій	Підгрупа функцій	Функції	
		Базова інтерактивність	Висока інтерактивність
Аналітичні	Запити до просторових даних	Відображення просторових даних (координати та ін.) за запитом; Вимірювання відстані та площі	
	Запити до тематичних даних	Відображення атрибутивних даних за запитом	Вибір атрибутивних даних
	Аналіз тематичного змісту	Порівняння карт	Модифікація методу класифікації шкали; Вибір градації шкали; Вибір об'єкту на карті; Порівняння об'єктів на карті; Буферизація; Перетин; Агрегація
	Аналіз земної поверхні		Гіпсографія; Схил; Перспектива; Видимість; Профіль місцевості
Інформаційно-дидактичні	Пояснюючі	Мультимедіа: текст, графіка, таблиці, (фото-)зображення, звук, відео; Попередній перегляд (preview)	Екскурсії (віртуальні тури)
	Самоперевірки		Дідактичні завдання, Вікторини; Ігри

Дж. Крон у дипломній роботі [39, с. 9] визначає інтерактивний атлас як «середовище для електронної презентації картографічних представлень, а також визначених категорій даних про просторову або фактичну область. Привабливі, інформативні та зіставні карти є центральними інформаційними носіями. У доповнення до інтерактивних функцій користувачу надаються різноманітні функції оцінки та дослідження (аналізу). Статичні (текст, зображення, графіка) та динамічні елементи (звук, відео, анімації) однаково часто зустрічаються в інтерактивних атласах». Варто зазначати, що поняття інтерактивного атласу, на думку автора, є синонімічним по відношенню до електронного атласу, мультимедійного атласу, цифрового атласу і навіть до АІС. Для опису процесу

взаємодії користувача з інтерактивним атласом Дж. Крон також використовує схему етапів дій Д. Нормана [10], однак не зупиняється на детальному розгляді цього процесу, головну увагу зосереджуючи на графічному інтерфейсі користувача та функціональності атласу.

Вистачає робіт, які присвячені користувачам та використанню атласів (наприклад, [87]), а також UCD [60]. Окремо зупинимось на статті [46], в якій проведено юзабіліті-тестування електронної та паперової версій атласу Atlas of the Historical Centre of Tegucigalpa. Авторами поставлено два дослідницьких питання: (1) чи є різниця між паперовою та електронною формою картографічної взаємодії та (2) якою мірою паперова форма взаємодії може інформувати проектування електронної взаємодії. Якщо відповідь на перше питання є очевидною (хоча і не детально висвітленою в літературі), що доведено у роботі, то друге питання є більш дискусійним і нам не вдалося знайти у висновках акцентовану відповідь на це питання.

Оцінка юзабіліті здійснювалася за такими характеристиками:

- Ефективність: співвідношення виконання завдання до кількості помилок (завдання виконано успішно / кількість помилок).
- Продуктивність: співвідношення виконання завдання до часу виконання в хвилинах (завдання виконано успішно / час виконання завдання).
- Задоволення: оцінка користувачами кожного завдання та загальна оцінка досвіду використання атласу (відсоток задоволення).
- Сприйняття: оцінка користувачами сприйняття та емоцій від користування атласом у цілому (відсоток сприйняття та коротка характеристика).

Сподіваємося, задоволення тут означає оцінку здатності успішно та швидко виконувати завдання, інакше ми не розуміємо необхідності двічі оцінювати задоволення/емоції користувачів від роботи з атласом.

Результати тестування показали, що за ефективністю та продуктивністю переважає електронна версія атласу, а за задоволенням та сприйняттям – паперова. Автори зазначають, що користувачі ЕА були більш вимогливими до атласу і прагнули мати більше інтерактивних функцій, проте скаржилися на перевантаження інформацією. Якщо користувачі паперової версії були переважно зосереджені на вирішенні завдань, то користувачі ЕА витрачали більше часу на дослідження. Інше цікаве спостереження: текстові матеріали уважніше та з більшим задоволенням опрацьовувалися користувачами електронної версії. Л. Гомез-Солорзано та ін. роблять висновок, що очікування користувачів від різних версій (форм представлення) атласу відрізняються, зокрема від електронної очікується швидке розв'язання проблем, отримання інформації та розвага. Також наведемо ряд висновків, що потребують обговорення: «Можна сказати, що обидва атласи доповнюють один одного. Інший важливий аспект полягає у тому, що чим більше задоволеність картографічним продуктом, тим менше вимог до його покращення. Це призводить нас до висновку, що цифрові продукти потребують більшого покращення не стільки картографічної репрезентації, скільки картографічної взаємодії» [46, с. 356]. На нашу думку, висновок про доповнюваність є некоректним, оскільки кожна версія успішно пройшла тестування і може використовуватися окремо. Для перевірки доповнюваності потрібно було перевіряти використання електронної та паперової версій одночасно. Третій висновок ґрунтується на імпліцитних твердженнях, що оцінка користувачів є визначальною у картографічних дослідженнях і що картографічна репрезентація у електронних продуктах не відрізняється від паперових.

Варто зазначити, що точність і результати будь-яких емпіричних досліджень за участю користувачів суттєво залежать від обраної методології, поглядів та компетенції дослідників, причому отримані результати можуть бути поширені лише на подібні за оцінюваними критеріями проекти.

На нашу думку, в роботі [46] потрібно враховувати ряд факторів, що впливають на кінцевий результат тестування та його інтерпретацію:

- Електронна версія атласу, незважаючи на певні інтерактивні функції та мультимедійні елементи, є електронним образом паперової версії, про що свідчить лінійна структура, відсутність дерева змісту, слабкі зв'язки та можливості порівняння, тобто концепція атласу як зібрання карт;
- 90% учасників належать до вікової категорії 18 – 26 років, навчаючись за такими курсами як архітектура, історія, антропологія та мистецтво (розподіл за групами є близьким, але не ідентичним, зокрема в «групі А» відсутні студенти курсу мистецтва);
- Невелика кількість учасників (усього 60) та дуже мала кількість завдань (5);
- Завдання не є достатньо розробленими: усі завдання прив'язані до точкових об'єктів; завдання є доволі одноманітними і простими (полягають у ідентифікації об'єкта(-ів) у просторі та/або його змін у часі); завдання більше орієнтовані на серію карт або окрему карту, ніж на атлас, що передбачає складніші завдання порівняння, аналізу тощо;

Отже, результати цього дослідження можуть бути застосовані для проектування карт, серій карт, паперових атласів та їх електронних образів для студентів, що займаються дослідженнями культурної спадщини, архітектури, історії та мистецтва.

Важливою подією в атласному картографуванні є поява статей [16-17], в яких запропоновано розширення картографічної інтерактивності: «Розширення базується на розумінні того, що сучасну реальність набагато ефективніше моделювати не окремою картою, а системою організованих у епістемологічну ієрархію просторових інформаційних систем (ПрІС). Картографічна інтерактивність у цьому моделюванні є не простими доповненнями до представлень, а дуже важливими елементами складових ПрІС. Складові ж ПрІС відносяться до тієї чи іншої страти знань в ієрархії ПрІС. Як наслідок,

картографічна інтерактивність є важливим елементом системної моделі карти (СМК), яка є серцевиною створюваної системи ієрархічних ПрІС» [16, с. 36]. Так, значення картографічної інтерактивності змінюється залежно від страти (понятійної, аплікаційної або операційної), до яких приурочені певні етапи моделювання (створення або зміни системи) та відповідні категорії користувачів (як правило, аналітики – картографи – користувачі). Основним критерієм належності складової ПрІС до тієї чи іншої страти названо об'єм знань, який використовується при моделюванні дійсності з їх допомогою (найвищий для понятійної, найнижчий для операційної). На думку авторів, дослідження інтерактивності тепер не може обмежуватися однією конкретною картою, особливо у випадку таких складних систем як атласи: «у поточному десятилітті неймовірно поширилися явища, які моделюються не однією картою, а системами кількох ПрІС. Найпростішим прикладом є використання геоплатформи OpenStreetMap (OSM – ПрІС1) у складі сайту якоїсь компанії (ПрІС2). Незважаючи на простоту цього прикладу, у описаному контексті мова не про карти, а про дві ПрІС, до складу яких входять карти. Цей та інші приклади дозволяють нам стверджувати, що предмет дослідження картографії змінився настільки, що досить важко представити собі практичний контекст, у якому достатньо досліджувати тільки карту. Через фактичну зміну предмета дослідження потрібно змінювати як розуміння окремих елементів картографії, так і розуміння картографії у цілому. Зокрема, потрібно змінювати розуміння і картографічної інтерактивності» (16, с. 37).

Варто зазначити, що В. Чабанюк та Л. Руденко [17] співвідносять ешелони користувачів з трьома підходами до визначення картографічної взаємодії Р. Рота («три О») на підставі рівня (об'єму) знань, які необхідні користувачам для взаємодії. Якщо для підходів на основі завдання (взаємодія високого рівня) та на основі операторів (взаємодія низького рівня) таке порівняння було б допустиме, то наявність підходу на основі операндів (яке є комплексним і ближче до взаємодії високого рівня) змушує назвати подібне співставлення сумнівним. Хоча автори наполягають на виділенні різних категорій користувачів множини

карт (ПрІС) та інтерактивності як властивості користувачів, основний зміст робіт приділено проектуванню ПрІС, а інтерактивність, імовірно, розглядається з точки зору функціональності ПрІС (зокрема, як у [36]) та можливості проводити зміни розробниками та користувачами як на фазі розробки, так і використання.

РОЗДІЛ 3. АТЛАСНА ВЗАЄМОДІЯ ТА АТЛАСНА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ.

3.1. Концепція атласної взаємодії.

Р. Рот, визначаючи сутність, предмет та область досліджень картографічної взаємодії, задається питанням: «Чи відрізняється картографічна взаємодія в контексті інтерактивної карти порівняно з картографічною системою (системою, що базується на карті)? Чи впливає таке розмежування на принципи проектування картографічного взаємодії та використання?» [93, Табл. 1]. Судячи зі змісту роботи [92] та відповідей на питання «Де?», Р. Рот, імовірно, вважає, що ні. Це можна пояснити поглядами Р. Рота, який асоціює картографію з картами (картографічною візуалізацією / картографічними інтерфейсами). А як відомо, карти можуть використовуватися як в картографії, так і в ГІС, і у будь-яких дисциплінах у якості засобів навігації або «органайзерів контенту» [68]. Отже, лише відмінність поглядів на предмет дослідження картографії, є підставою перегляду концепції картографічної взаємодії, запропонованої Р. Ротом. Однак, навіть якщо вважати картографію наукою про карти, то викликає подив чому Р. Рот не звертає увагу на специфіку картографічної взаємодії в атласах, які належать до області досліджень картографії (про що свідчить наявність Комісії з атласів МКА). Напевно, розповсюджене розуміння атласів як «зібрання карт» не дає особливих підстав для виділення атласної взаємодії. Спробуємо за допомогою структури атласів та їх специфічних картографічних функцій обґрунтувати виділення атласної взаємодії як окремого напрямку дослідження картографічної взаємодії.

У структурі більшості сучасних атласів можна виокремити, як мінімум, два елемента: карту (картографічний інтерфейс) та (дерево) змісту. Скориставшись здобутками реляційної картографії, назвемо більш повний перелік: інтерфейс, дерево рішень/змісту, базова карта, тематична карта, картографічний компонент,

некартографічний компонент, пошук. Так, у великої кількості атласів взаємодія може починатися не з карт атласу, а лише з головного меню (інтерфейсу), дерева змісту або вікна пошуку. Дерево змісту виконує структурні (класифікаційні) та навігаційні функції атласу. Варто зазначити, що кожен елемент в атласі має зв'язки з іншими елементами, що разом утворюють атласну систему, з якою і взаємодіє користувач. Наприклад, для порівняння карт користувачу потрібно виконати певну послідовність дій, яка включає поперемінно взаємодію з картами та деревом змісту (або іншими елементами). Важливість навігації в предметній області атласу підкреслена Ф. Ормелінгом ще у 1993 р.: «Мультимедійні атласи повинні надавати користувачам огляд маршруту, який вони пройшли, поточну позицію, показуючи як географічне положення, вибрану тему, так і позицію в атласі» [71, с. 1097]. Важливо підкреслити, що взаємодія з деревом змісту атласу не є просто «підготовчою» (enabling) взаємодією перед «робочою» (work) взаємодією з картами атласу. А. Паруш та ін. зазначають, що «відправною точкою при розробці атласів є створення відповідної семантичної моделі, яка ідентифікує концепції, категорії та відношення» [80, с. 23]. Семантична модель передбачає розробку інформаційної архітектури та моделей навігації змістом атласу. Типи інформаційної архітектури класифіковані авторами за рівнем лінійних зв'язків між потоками інформації; рівнем відповідності семантичній моделі, орієнтованої на завдання або тему; рівнем складності орієнтації та пошуку. Найбільш розповсюдженою інформаційною архітектурою в атласах є ієрархічна (деревовидна) архітектура, однак зустрічаються лінійні архітектури (традиційні для паперових атласів), матричні, сіткові та ін.. На нашу думку, є важливою можливість розробки та подання користувачам одразу декількох типів інформаційних архітектур або різних варіантів навігаційних моделей (дерево змісту та дерево категорій в КаРі атласних рішень AtlasSF 1.0+). У якості прикладу добре реалізованого та інтерактивного дерева змісту наведемо електронний образ атласу Buscon del Atlas Nacional de Espana. Окрім інформаційних архітектур, в роботі [80] значна увага приділяється навігаційним моделям, які забезпечують переміщення користувача між елементами

інформаційної архітектури. При проектуванні навігаційних моделей потрібно брати до уваги «профілі» користувачів, їх потреби та навігаційні цілі. Так, в одній інформаційній архітектурі може бути реалізовано декілька навігаційних моделей, а якісна навігаційна модель має давати відповіді на наступні запитання користувача: «Де я?», «Звідки я прийшов?», «Куди я можу піти далі?». Отже, окрім взаємодії з картами атласу (картографічна взаємодія), є підстави виділяти взаємодію з семантичною моделлю (тематичним змістом) атласу. Також потрібно враховувати наявність різноманітних некартографічних елементів в атласах (іконічних моделей, текстів, мультимедійних елементів тощо), які можуть бути вибрані у дереві змісту, та можливості взаємодіяти одночасно з декількома картами та некартографічними елементами. Це значно ускладнює дослідження взаємодії на операційному рівні та передбачає розробку специфічних інтерактивних функцій. Як наслідок, повинні розширюватися та уточнюватися характеристики, що визначають інтерактивність КІС. За підходу на основі операндів, картографічна взаємодія розглядається, як правило, з двовимірними типами даних (за Б. Шнайдерменом [95]), рідше – з тривимірними та часовими. Натомість запропонована нами атласна взаємодія може відбуватися з усіма типами даних (операндами) з класифікації [95].

Визначимося з тлумаченням картографічного інтерфейсу. Р. Рот називає картографічні інтерфейси «цифровими пристроями, через які відбувається картографічна взаємодія» [93, с. 66] і відносить до картографічних інтерфейсів інтерактивні карти та картографічні системи (системи, на основі карти). Посилаючись на НСІ, він виокремлює наступні властивості інтерфейсів: картографічну взаємодію, яку він підтримує; стиль інтерфейсу (спосіб у який запит користувача передається до програмного забезпечення); дизайн інтерфейсу. В картографії, як правило, складовими картографічного інтерфейсу вважають карту та інструменти для маніпулювання нею. М. Ю та ін. [112] цю другу складову картографічного інтерфейсу називають «операційним інтерфейсом»: «Операційний інтерфейс складається з набору об'єктів, якими користувачі можуть маніпулювати за допомогою миші або інших пристроїв

введення для активації функцій карти, таких як масштабування та панорамування, та управління відображенням карти у фреймі» [112, с. 15]. У С. Мілер [68] це «маргінальні об'єкти», тобто ті об'єкти, які існують поза межами об'єкта карти та включають засоби відображення, доступу, навігації та взаємодії. Зустрічаються також думки, де карта вважається інтерфейсом до реальної дійсності [35; 62].

На нашу думку, потрібно чітко розмежовувати карту або інші елементи атласу, на які направлені дії користувача, та інтерфейс, за посередництвом якого відбувається взаємодія. Згідно з теорією реляційної картографії, зміст, візуалізація і функціональність основних елементів атласу налаштовується за допомогою аплікаційних патернів дерева змісту, пошуку, картографічного компоненту, базової карти, тематичної карти та некартографічного компоненту. Патерн інтерфейсу відповідає лише за дизайн усіх елементів атласу та їх компоновку. Ми погоджуємося з такою позицією, оскільки інтерфейс сам по собі позбавлений предметного семантичного навантаження. Його функція полягає у створенні привабливої та зручної для користувача зовнішньої оболонки системи, а також підказках як взаємодіяти з системою. Хоча у атласах, створених на основі патернів (наприклад, AtlasSF 1.0+), користувач для виконання інтерактивної операції натискає на елемент інтерфейсу (наприклад, іконку «+» для збільшення масштабу карти), проте виконання інтерактивної функції та її налаштування розробниками здійснюється за допомогою патерну тематичної карти. Це обумовлено тим, що в результаті взаємодії змінюється не інтерфейс, а картографічне зображення. Тобто семантика/зміст інтерактивної функції має більше зв'язків з тематичною картою, ніж з інтерфейсом. Подібний принцип може бути поширений на інші елементи (патерни) атласу. Оскільки в такій інтерпретації інтерфейс є лише складовою атласу, ми не будемо прирівнювати картографічні інтерфейси до інтерактивних карт та, особливо, КІС.

Під атласною взаємодією ми будемо розуміти процес зміни представлення атласу відповідно до запитів користувачів у режимі реального часу. Під «представленням» тут розуміється логічний патерн Представлення з реляційної

картографії, утворений елементами інших патернів атласу. Оскільки взаємодія користувача з атласом задіює декілька патернів (інтерфейс – дерево змісту; інтерфейс – дерево змісту – тематична карта; інтерфейс – тематична карта – базова карта), не можна говорити про зміну лише інтерфейсу / карти / дерева змісту або іншого елемента. Так само вираз «зміна атласу» є доволі розмитим і може розумітися як зміна архітектури атласу, що нами не передбачається. Натомість «представлення» позначає стан атласу, який бачить користувач у певний момент часу, тобто стан усіх елементів атласу у сукупності та відношень між ними.

Дослідження атласної взаємодії ми не поширюємо на паперові атласи, оскільки вони не є інтерактивними, тобто не здатними самостійно змінюватися на запити користувачів. Ми дотримуємося не стільки концепції взаємодії як діалогу, скільки прагнемо розмежувати дослідження взаємодії в традиційній картографії, яка переважно асоціюється з комунікацією та використанням атласів загалом.

На нашу думку, атласна взаємодія не може розглядатися ізольовано від атласної репрезентації (картографічної репрезентації за Р. Ротом) і вони повинні досліджуватися разом як використання атласів. Так, ми схильні застосовувати схему етапів взаємодії Р. Рота – Д. Нормана до усього процесу (сеансу) використання атласу. Тоді атласна взаємодія буде охоплювати лише етапи визначення (послідовності) дій (див. рис. 2.2 (3)) та виконання дії (див. рис. 2.2 (4)), тобто етапи, коли користувач зосереджений на пошуку, виборі та активації інтерактивних функцій. При формулюванні цілі та завдань, а також при сприйнятті та інтерпретації результату взаємодії, користувач зосереджений на представленні атласу, а не діях для зміни представлення, оскільки цілі та завдання користувача за замовчуванням направлені на дослідження реальної дійсності, а не вивчення інструментарію атласу (за винятком ситуацій, коли користувач тільки знайомиться з атласною картографією / інструментарієм конкретного атласу). Отже, ми розглядаємо атласну взаємодію, яка відповідає лише підходу на основі операторів (за Р. Ротом). Хоча підхід на основі операндів

(за Р. Ротом), який передбачає тісний зв'язок з завданнями, ми залишаємо поза увагою, проте розмежування за операндами (об'єктами, на яких направлена взаємодія) вважаємо необхідним, враховуючи різні елементи атласу, які можуть бути об'єктами взаємодії. Пропонуємо наступні операнди атласної взаємодії:

- дерево змісту;
- одновимірні об'єкти (текст);
- двовимірні об'єкти (картографічні зображення, космічні знімки, схеми, профілі, графіки, діаграми, таблиці);
 - карти як двовимірні об'єкти:
 - дані;
 - картографічне зображення (репрезентація даних);
- тривимірні об'єкти (карти, цифрові моделі місцевості, графіки, діаграми);
- мультимедійні об'єкти (фотозображення, відео, аудіо);
- представлення (декілька операндів);
- система (системні налаштування та інтерфейс).

Окрім комп'ютерного пристрою, потрібно визначити інших суб'єктів атласної взаємодії. У загальному випадку ними можуть бути будь-які користувачі, але є суттєвим їх розбиття на три групи: розробники атласу; користувачі, для яких призначений атлас; усі інші користувачі. Подальша диференціація користувачів може відбуватися за такими ознаками, як рівень досвіду роботи з атласами (просторовою інформацією) та конкретним атласом (АтП), рівень (профіль) освіти, рівень когнітивних та перцептивних здібностей, ступінь розвитку просторового мислення, рівень мотивації тощо. Три виділені групи передусім розрізняються за ступенем досвіду роботи з конкретним атласом (АтП) та рівнем мотивації, що є одними з ключових факторів успішної (досягнення цілі) та ефективної (кількість витраченого часу) атласної взаємодії та використання атласу загалом.

Отже, наведемо три основні напрямки/підходи дослідження атласної взаємодії:

1. Орієнтований на користувачів. Основною метою цього напрямку є вивчення того як взаємодіють різні категорії користувачів, їх стратегій взаємодії, які можна розкласти на послідовність виконання операторів взаємодії (дій за [47]) та подій (за [47]). Отримані результати повинні бути спрямовані не на покращення атласу, аби лише догодити користувачам, а на доопрацювання інтерфейсу, інтерактивних функцій, представлення, з метою зробити атлас більш дружнім до користувача. Потрібно не спрощувати функціональність, а намагатися навчати користувачів за допомогою інтерактивних підказок, прикладів, додатків-«помічників». Також важливим є надання варіативності представленню атласів, що повинно досягатися за допомогою розробки різних рівнів інтерфейсу з інтерактивними функціями відповідного рівня складності. Для визначення цих рівнів разом з типовими функціями необхідне вивчення користувачів. У випадку атласів загального призначення це будуть «середні користувачі», що вимагатиме ретельно розробленої методології тестування й великої та інформативної вибірки.

2. Орієнтований на інструменти. За цього підходу дослідницький фокус зосереджений на виділенні операторів взаємодії, розробці інтерактивних функцій атласу, їх комбінацій та елементів інтерфейсу, за допомогою яких відбувається активація інтерактивних функцій. Тут розробники не обтяжені думкою користувачів або іншими чинниками і їх мета забезпечити якомога вищу інтерактивність атласу.

3. Орієнтований на технологію. У цьому напрямку здійснюється дослідження та вибір програмних рішень для реалізації інтерактивності атласу.

3.2. Інтерактивність атласу як складова атласної інтерактивності.

Під атласною інтерактивністю ми розуміємо ступінь, у якій користувачі та/або атлас здатні підтримувати взаємодію. Отже, ми дотримуємося концепції інтерактивності як властивості, де атласна інтерактивність може розглядатися як властивість користувачів (1), властивість атласу (2) та властивість користувачів та атласу (3). У розділі 2.1 ми пояснили відмінності між цими підходами. Тут ми зосередимось лише на інтерактивності як властивості атласу, тобто інтерактивності за (2) підходу.

Інтерактивність атласу ми пов'язуємо виключно з технологічними можливостями атласу і пропонуємо визначати її за сукупністю показників, що утворюють континуум від низької інтерактивності до високої. Зазначимо, що не існує неінтерактивних ЕА, оскільки будь-який ЕА передбачає зміну представлення хоча б за допомогою таких простих інтерактивних функцій як перегортання сторінок, панорамування, масштабування тощо.

Ми вважаємо, що інтерактивність атласу здатні самостійно визначати розробники. Оцінка користувачів необхідна при (3) підході та частково (1), окреслених у розділі 2.1, і направлених на з'ясування оптимальної атласної інтерактивності. Тобто оптимальна атласна інтерактивність за різних обставин може бути як з низькою, так і середньою та високою інтерактивністю атласу. Отже, завдання (2) підходу полягає у наданні відомостей щодо інтерактивності атласу, які у (3) підході можуть бути використані для визначення оптимальної атласної інтерактивності. Ключовим аспектом тут повинна бути формалізована оцінка інтерактивності атласу, яка не буде призводити до неоднозначності при її інтерпретації. На нашу думку, інтерактивність атласу та кожний показник, за яким визначається інтерактивність атласу, можна стандартизувати. Підкреслимо тут важливість з'ясування не стільки загальної оцінки інтерактивності атласу, скільки показників, за якими здійснюється оцінка. Так, якщо загальна оцінка інтерактивності атласів доречна для оцінки та порівняння технологічних можливостей різних атласів, то при дослідженнях інтерактивності за (3) підходу

перевагу слід надавати показникам інтерактивності атласів, які дозволяють ідентифікувати та спостерігати вплив конкретних інтегральних характеристик атласу (виражених показниками) на взаємодію та, за потреби, регулювати їх інтерактивність.

Отже, ми пропонуємо оцінювати загальну інтерактивність атласу за 100-бальною шкалою, де 100 балів буде позначати найвищу інтерактивність, а 0 балів – найнижчу. Загальна оцінка інтерактивності атласу буде формуватися за середнім значенням показників інтерактивності, кожен з яких також буде оцінюватися за 100-бальною шкалою. Оскільки не всі показники ми вважаємо рівнозначними, то для кожного будемо вказувати індивідуальний ваговий коефіцієнт (k). Зауважимо, що їх використання доречно лише при визначенні загальної інтерактивності атласу.

1. Кількість інтерактивних функцій ($k=1$). Цей показник ми вважаємо найбільш важливим, тому даємо йому найвищий коефіцієнт. Загальна кількість інтерактивних функцій є величиною, яка також підлягає стандартизації. У розділі 3.3 запропоновано бібліотеку інтерактивних функцій атласу, яка і визначає загальну кількість можливих інтерактивних функцій. Безперечно, ця величина не може бути сталою і повинна переглядатися з розвитком технологічних можливостей КІС. Так, загальна кількість інтерактивних функцій атласів оцінена нами у 102 функції, які і будуть прийняті за 100 балів. Тоді кожна функція буде вартувати 1,02 балів.

2. Персоналізація ($k=1$). Показник персоналізації ми асоціюємо з кількістю інтерактивних функцій, які дозволяють адаптувати представлення атласу до потреб конкретного користувача. Пропонуємо оцінку за наступними інтерактивними функціями (див. табл. 3.1) Так, реалізація 48 виділених інтерактивних функцій буде оцінюватися у 100 балів, а кожна інтерактивна функція відповідно у 2,08 бали.

Таблиця 3.1

Перелік інтерактивних функцій атласу для оцінки показника
«Персоналізація»

змінити макет компоновки атласу (<i>патерн інтерфейсу</i>)	обертання карти (<i>патерн тематичної карти</i>)
на весь екран (<i>патерн інтерфейсу</i>)	орієнтація на північ (<i>патерн тематичної карти</i>)
обрати мову (<i>патерн інтерфейсу</i>)	сортування таблиці (<i>патерн тематичної карти</i>)
додати/видалити вікно вмісту (<i>патерн дерева змісту</i>)	фільтрація таблиці (<i>патерн тематичної карти</i>)
додати коментар (тег) (<i>патерн дерева змісту</i>)	змінити одиниці адміністративного поділу/районування БК (<i>патерн базової карти</i>)
змінити інформаційну архітектуру змісту (<i>патерн дерева змісту</i>)	змінити проекцію (<i>патерн базової карти</i>)
обрати вікно вмісту для відкриття елемента дерева (<i>патерн дерева змісту</i>)	змінити прозорість шару БК (<i>патерн базової карти</i>)
зміна порядку елементів дерева (<i>патерн дерева змісту</i>)	обрати БК (<i>патерн базової карти</i>)
перейменування елемента дерева (<i>патерн дерева змісту</i>)	обрати систему координат (<i>патерн базової карти</i>)
створення/видалення (під)розділів (<i>патерн дерева змісту</i>)	увімкнути/вимкнути шар БК (<i>патерн базової карти</i>)
створити закладку (додати до «вибраного») (<i>патерн дерева змісту</i>)	змінити прозорість тематичного шару (<i>патерн картографічного компоненту</i>)
фільтрація (за типом елемента, датою створення/оновлення) (<i>патерн дерева змісту</i>)	створити (видалити) групу шарів (<i>патерн картографічного компоненту</i>)
встановити швидкість (часовий інтервал) анімації (<i>патерн тематичної карти</i>)	увімкнути/вимкнути тематичний шар (<i>патерн картографічного компоненту</i>)
обрати часовий проміжок (дату) анімації (<i>патерн тематичної карти</i>)	на весь екран аудіо/відео/зображення (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
додати карту-врізку (reference map) (<i>патерн тематичної карти</i>)	обрати початок програвання аудіо/відео/зображення (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
змінити колір градацій шкали / умовних позначень (<i>патерн тематичної карти</i>)	на весь екран графік/діаграму (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)

Продовж. табл. 3.1

змінити метод класифікації (<i>патерн тематичної карти</i>)	обрати тип/стиль графіку/діаграми (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
змінити шкалу (<i>патерн тематичної карти</i>)	редагувати дані графіку/діаграми (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
змінити форму умовних позначень (<i>патерн тематичної карти</i>)	на весь екран таблицю (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
масштабування за допомогою кнопок «+» та «-» (<i>патерн тематичної карти</i>)	редагувати таблицю (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
масштабування за допомогою прямої маніпуляції (мишею) (<i>патерн тематичної карти</i>)	виділити текст (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
масштабування за допомогою рамки (<i>патерн тематичної карти</i>)	додати коментар до тексту (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
масштабування за допомогою числового введення масштабу (<i>патерн тематичної карти</i>)	на весь екран текст (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)
на весь екран (<i>патерн тематичної карти</i>)	редагувати текст (<i>патерн некартографічного компоненту</i>)

3. Швидкість відгуку ($k=0,9$). Цей показник оцінює швидкість відгуку АТС на запит користувача. Ми вважаємо, що швидкість відгуку не є вирішальною у визначенні інтерактивності атласу, проте вона дозволяє виявити прорахунки у архітектурі атласу або програмній реалізації інтерактивних функцій, а також істотно впливає на задоволеність користувачів від використання атласу загалом. За 100 балів приймемо показник швидкості відгуку у 0,1 с. За кожну затримку у 0,1 с пропонуємо знімати 3 бали. Тоді рекомендований Дж. Уордлоу [108] час відгуку у 1-2 с буде оцінюватися у 70-40 балів. Таку високу планку ми встановили, виходячи з більш потужних на сьогодні пристроїв/програмних рішень та швидкості інтернет-з'єднання, а також специфіки інтерактивних функцій атласів, які, як правило, не потребують реалізації складних функцій аналізу ГІС-застосунків, що звично вимагають більшого часу для обробки запиту. Отже, оскільки більшість інтерактивних функцій атласу тотожні за

очікуваною швидкістю відклику, ми не бачимо причин вводити додаткові коефіцієнти для певних груп функцій.

4. Потенціал контролю за використанням системи ($k=0,9$). Цей показник характеризує можливість АТС реєструвати та зберігати дії користувачів. Він об'єднує додаткові інтерактивні функції атласу, які з одного боку дозволяють користувачам відслідковувати свій досвід роботи з атласом, а з іншого – надають розробникам відомості стратегій взаємодії та використання атласу загалом користувачами. Інтерактивні функції, що відносяться до цього показника можна розділити на дві групи. Так, у першій групі зібрані інтерактивні функції, які дозволяють користувачу зберігати кінцевий результат роботи з системою лише під час одного сеансу. Ці функції є простими, тому оцінені по 8,16 балів:

- експорт стану атласу (завантажити у форматі .pdf/роздрукувати, поділитися посиланням) (патерн інтерфейсу);
- експорт стану тематичної карти (завантажити у форматі .pdf/роздрукувати, поділитися посиланням) (патерн тематичної карти);
- експорт тематичного шару (патерн тематичної карти);
- експорт стану діаграми (завантажити у форматі .pdf/роздрукувати, поділитися посиланням) (патерн некартографічного компоненту);
- експорт таблиці (патерн некартографічного компоненту);
- експорт тексту.

До більш складних інтерактивних функцій віднесено ті, що дозволяють реєструвати та зберігати дії користувачів як впродовж одного сеансу використання атласу, так і попередніх сеансів. Кожна функція оцінена в 17,01 балів:

- авторизація (патерн інтерфейсу);
- стан атласу за датою (патерн інтерфейсу);
- історія (перемикання стану атласу під час одного сеансу використання) (патерн дерева змісту).

5. Розширюваність ($k=0,8$). Під розширюваністю ми розуміємо можливість додавати до атласу власні дані (разом з їх графічною/картографічною репрезентацією) кінцевим користувачем у режимі реального часу. Її також можна оцінити за кількістю реалізованих функцій. Зазначимо, що цей показник відображає додаткові можливості атласу, які наразі не є вельми поширеними, тож відводимо йому дещо нижчий коефіцієнт. До інтерактивних функцій, які впливають на оцінку розширюваності, віднесемо:

- додати/видалити елемент (текст, карту, тематичний шар) (патерн дерева змісту);
- додати/видалити запис в таблиці даних (патерн тематичної карти);
- додати БК (патерн базової карти);
- додати шар БК (патерн базової карти);
- додати (імпорт) тематичний шар (патерн картографічного компоненту);
- створити тематичний шар (патерн картографічного компоненту);
- завантажити (імпорт) дані для побудови графіка/діаграми (патерн некартографічного компоненту).

Варто зауважити, що інтерактивні функції «додати/видалити запис в таблиці даних» та «створити тематичний шар» передбачають можливість саме створення об'єктів, а не їх завантаження в АтС. Це більш складні ГІС-функції, отже вони будуть оцінені по 17,5 балу, а всі інші – по 13.

3.3. Класифікація інтерактивних функцій атласів.

Інтерактивна функція атласу є інструментом для конкретизованої зміни представлення атласу. Для кожної інтерактивної функції атласу передбачено визначений елемент інтерфейсу, за допомогою якого відбувається активація функції користувачем. Зауважимо, що варто відрізнити оператори взаємодії та інтерактивні функції. Оператори взаємодії позначають логічний зміст атласної

взаємодії (масштабування, пошук, фільтрація, ресимволізація тощо). Так, оператор «оверлей» (overlay) може позначати функції увімкнути/вимкнути тематичний шар або увімкнути/вимкнути базову карту (шар базової карти) або додати тематичний шар тощо. Ці інтерактивні функції по-різному змінюють представлення атласу, але їх семантичний зміст можна охарактеризувати виразом «дати (увімкнути) / прибрати (вимкнути) шар карти», тобто часто вживаним оператором «оверлей».

Більшість існуючих класифікацій інтерактивних функцій атласів [74; 54] розроблені на основі призначення інтерактивних функцій. Оскільки тут ми розглядаємо інтерактивні функції з точки зору створення атласів, нас більше цікавить класифікація функцій, приурочених до апікаційних патернів, за допомогою яких налаштовується склад та зміст структурних елементів атласів. Про переваги використання патернів в атласному картографуванні вже було сказано у розділі 1.4.

Оскільки однією з ключових властивостей ЕА вважається їх інтерактивність, а також можливість регулювання інтерактивності, видається доцільним створення патерну інтерактивності атласів, який би був направлений виключно на вибір та налаштування усіх інтерактивних функцій кожного атласного екземпляру АтП. Цей патерн ми уявляємо, скоріше, як бібліотеку патернів з роботи [41]. Так, кожна інтерактивна функція буде містити текстовий опис, який пояснює її призначення, взаємодію з іншими функціями, рекомендації з використання тощо, а також програмний код для їх підключення в атлас. Отже, патерн інтерактивності буде містити бібліотеку інтерактивних функцій, де кожна інтерактивна функція є своєрідним патерном. На нашу думку, створення бібліотеки інтерактивних функцій атласів дозволить:

- ідентифікувати та уніфікувати усі наявні інтерактивні функції атласів, а також ті, які повинні бути запроваджені;
- визначити склад інтерактивних функцій для різних рівнів інтерфейсу атласів;

- покращити знання авторів щодо використання інтерактивних функцій та методів досліджень та використання атласів загалом;
- спростить та пришвидшить розробку атласів.

Після формування повного переліку інтерактивних функцій патерну інтерактивності, можна проводити їх класифікацію за патернами атласу, де вони будуть реалізовані. Так, розроблена класифікація (див. додаток А) буде мати безпосереднє практичне застосування, спрощуючи та унаочнюючи підключення інтерактивних функцій в конкретний атласний екземпляр. Варто зазначити, що, окрім цільових патернів, найбільші зв'язки патерну інтерактивності будуть з патерном інтерфейсу, оскільки кожна інтерактивна функція передбачає індивідуальний елемент в інтерфейсі атласу (іконка, курсор тощо) з певними налаштуваннями стилю.

Якщо необхідність створення бібліотеки та класифікації інтерактивних функцій атласу важко піддати сумніву, то зарахування патерну інтерактивності до окремого аплікаційного патерну атласу наразі може бути дискусійним рішенням. Річ у тім, що майже всі елементи сучасних атласів є інтерактивними, а отже є вірогідність перевантаження патерну інтерактивності налаштуваннями, які повинні виконуватися в окремих патернах. Тобто існує певна невизначеність у перерозподілі налаштувань між патернами. Ми дотримуємося думки, що всі операції, пов'язані з взаємодією, а також підключенням/відключенням до атласного екземпляру структурного елемента атласу (дерева змісту) або його складових (записів дерева змісту) повинні налаштовуватися в патерні інтерактивності, натомість зміст структурного елемента (дерева змісту) або його складових (записів дерева змісту) повинен налаштовуватися відповідним патерном (патерном дерева змісту). Запропонована інтерпретація повинна пройти перевірку практикою для підтвердження її спроможності.

Інша проблема, що виникає при створенні бібліотеки інтерактивних функцій атласів та класифікації цих функцій, це безпосереднє виявлення усіх можливих функцій атласів. Хоча перелік основних функцій атласів повинен бути

сталим, є очевидним, що учбові та вузькоспеціалізовані атласи (туристичні, військові, морські та ін.) мають певні, властиві та доречні лише їм, інтерактивні функції. Тут ми обмежимося розробкою класифікації інтерактивних функцій лише для науково-довідкових та атласів загального призначення, проте зазначимо, що це є не зовсім правильним підходом. Річ у тім, що сучасні АтП повинні бути пристосовані для створення атласів будь-якого призначення, а отже усе-таки не обмежені певним переліком основних або спеціалізованих функцій. Тому доцільніше говорити про бібліотеку (та класифікацію) інтерактивних функцій кожної конкретної АтП, який буде розширюватися не тільки внаслідок інновацій, але і внаслідок кожного нового досвіду розробників АтП над створенням атласних екземплярів спеціального призначення. Оскільки АтП різних розробників поки що відрізняються як за концепцією, так і за технологічними рішеннями, не можна говорити про створення єдиної уніфікованої бібліотеки та класифікації інтерактивних функцій атласів.

Ми вважаємо, що атласи з високою інтерактивністю повинні передбачати авторизацію користувачів, що дозволить АтС зберігати стан атласу після кожного сеансу роботи та усі проведені зміни кожним унікальним користувачем. За такого підходу, атлас буде повноцінним тематичним картографічним веб-додатком для індивідуального використання, заохочуючи користувачів до повторного використання. Допустимим буде додавання деяких навчальних та розважальних можливостей. Так, для науково-довідкових та атласів загального призначення можна передбачити рекомендації з вибору карт/шарів; оновлюванні завдання, які потрібно вирішити за допомогою атласу; оповіщення про зміни в системі або додавання розробниками карт/шарів. Інтерактивні функції, пов'язані з цими можливостями, також були враховані при створенні класифікації.

До класифікації ми не включали інтерактивні функції з 3D картами, оскільки (1) вони поки що не дуже поширені в атласах та (2) в нас немає достатнього досвіду роботи з ними. Інтерактивні функції, які зазвичай відносять до загальносистемних (змінити мову, допомога тощо), ми закріпили в класифікації за патерном інтерфейсу. Також ми окремо не виділяли патерн

пошуку, оскільки він має сильні зв'язки з патерном дерева змісту, базової карти та тематичної карти, до яких ми і віднесли інтерактивні функції, пов'язані з пошуком (навігацією). На нашу думку, перелік та склад патернів не є остаточним і повинен пройти перевірку у новому поколінні «динамічних атласів» [18].

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило виявити та проаналізувати основні концепції електронних атласів, інтерактивності та взаємодії в інтерактивній та атласній картографії, а також розробити теоретико-методичні положення інтерактивності як властивості електронних атласів, досягнувши мети роботи.

У підсумку, були зроблені наступні висновки:

1. Ключовими ланками концепцій атласу в «паперову епоху» визначено: формат у вигляді книги з певним фіксованим набором структурних елементів та уніфікованою компоновкою; атлас як систему карт; атлас як модель геосистеми; атлас як інструмент для «розповіді (географічних) історій»; атлас як інструмент передачі інформації та знань; атлас як інструмент дослідження. Найбільший теоретичний внесок у атласну картографію цього періоду відведено Г. Меркатору та представникам модельно-пізнавальної парадигми картографії. Встановлено, що з появою електронних атласів (ЕА) наприкінці 1980-х рр. та атласних інформаційних систем (АІС) у 1990-х рр. генерація нових концепцій атласу здійснювалася у руслі геовізуалізаційної та комунікативної парадигми картографії, які акцентували увагу на якісній візуалізації карт (наборів даних) та передачі інформації у формі «розповіді» або геопорталу. З'ясовано, що наприкінці 2000-х рр. атласи почали перетворюватися у складні інформаційні системи (атласні платформи (АТП)) з розгалуженою атласною інфраструктурою для багаторазового створення атласів, однотипних за концепцією та технічною імплементацією. Ці інновації викликані передусім кіберкартографами, «швейцарською картографічною школою» та реляційною картографією. Вказано на ряд проблем сучасних атласних концепцій, зокрема на надмірну орієнтацію на технології та кінцевих користувачів, а також ігнорування пізнавальних можливостей атласів для дослідження геосистем. Наголошено на подальшій концептуалізації атласів як комплексних моделей геосистем та окремого класу картографічних інформаційних систем (КІС).

2. З'ясовано, що Україна займає передові позиції у розвитку теорії та методології електронного атласного картографування, проте поступається постіндустріальним країнам кількістю та, особливо, технологічністю атласних продуктів. Причину цього потрібно шукати у нестачі матеріальних та кадрових ресурсів, розривом між наукою та практикою, а точніше між атласною продукцією, створеною за участю наукових установ (Інститут географії НАН України), та створеною виробничим сектором картографії країни (ПрАТ «Інститут передових технологій», ДНВП «Картографія» та ін.), який майже не спирається на сучасні наукові здобутки вітчизняної та зарубіжної науки, керуючись власним емпіричним досвідом та спадщиною традиційної картографії ХХ ст.

3. Встановлено відмінності між поняттями «взаємодії» та «інтерактивності». Так, поняття взаємодії давно відоме з соціальних наук, а поняття інтерактивності з'явилося пізніше і, як правило, вживається лише в інформатиці та медіа. Взаємодія, яка визначається у людино-комп'ютерній взаємодії (human-computer interaction, HCI) як «операція між двома сутностями, як правило, обмін інформацією... взаємодія відбувається між людьми, машинами та системами у різних поєднаннях» [51, с. 5041] вважається ширшим за змістом та можливою інтерпретацією поняттям, ніж інтерактивність. У HCI результати дослідження взаємодії насамперед спрямовані на проектування та вдосконалення інтерфейсів, що забезпечують ефективну (досягнення мети взаємодії) та продуктивну (швидкість досягнення мети взаємодії) роботу користувача з системою. Натомість, у науці про візуалізацію інформації (information visualization) взаємодія розуміється як «механізм модифікації того, що бачать користувачі та як вони це бачать» [109, с. 315], де акцент досліджень із інтерфейсу зміщується на проблемний простір та досягнення розуміння користувачем мети взаємодії (взаємодія високого рівня). На відміну від взаємодії, інтерактивність у більшості випадках розуміється як певний критерій/міра/ступінь/рівень, причому традиційно як «технологічний атрибут опосередкованого середовища, що дозволяє взаємну комунікацію або обмін

інформацією, яка забезпечує взаємодію між комунікаційною технологією та користувачами або між користувачами за допомогою технології». Проте огляд літератури, зокрема в роботі [111], свідчить, що інтерактивність часто залежить від сприйнятої користувачем інтерактивності, причому сприйнята набагато ефективніше об'єктивної інтерактивності самої системи.

В картографії також можна виокремити дослідження взаємодії та інтерактивності, які, щоправда, все одно залишаються тісно пов'язаними. Дослідження інтерактивності набули поширення від самого початку цифрової ери картографії і були приурочені до проектування й вдосконалення картографічних інтерфейсів та їх інтерактивних функцій. Вихід інтерфейсу на перший план у дослідженнях картографічної інтерактивності можна пояснити проникненнями теорії НСІ в картографію. Пізніше для оцінки та проектування картографічних інтерфейсів все більше почали залучати користувачів і в інтерактивній картографії посилювалося використання методології проектування, орієнтованого на користувача (user-centered design, UCD). Також варто відзначити ряд робіт [74, 81], присвячених інтерактивним функціям, які ґрунтувалися насамперед на картографічних аспектах і не зазнали істотного впливу методології НСІ та USD. Дослідження взаємодії в картографії активізувалися наприкінці 1990-х рр., досягнувши свого піку з появою дисертації Р. Рота у 2011 р. Дослідники картографічної взаємодії, як правило, знаходилися під впливом робіт візуальних аналітиків та наукової візуалізації. А отже, крім покращення картографічних інтерфейсів, розглядали аспекти взаємодії, направлені на вирішення завдань користувачів із дослідження реальної дійсності.

4. Проведений аналіз робіт із цифрової атласної картографії показав майже повну відсутність досліджень взаємодії в атласному контексті. Інтерактивність у атласній картографії є більш дослідженою темою, однак зосередженою переважно на інтерактивності атласів (інтерфейсі, інтерактивних функціях тощо), а не інтерактивності користувачів. Великий внесок у інтерактивне атласне картографування зроблено представниками «швейцарської картографічної

школи»: виготовлено декілька версій електронного Атласу Швейцарії (Atlas of Switzerland, AoS), проведено концептуалізацію АТП та взято участь у розробці атласних екземплярів платформи, написані окремі розділи монографії [54], розроблена та частково реалізована концепція інтерактивних «розумних легенд» (smart legend), створено класифікацію функцій інтерактивних атласів. В Україні розгляд інтерактивності в атласному контексті обмежується інтерактивними функціями та приурочений переважно до процесу створення атласів. Ця тенденція характерна і для реляційної картографії (яка визнає інтерактивність користувачів, однак не розглядає її), і для геоінформаційної картографії (за О. Берлянтю).

5. На підставі структури електронних атласів, яка складається не тільки з карт, обґрунтовано створення концепції атласної взаємодії, де **атласна взаємодія визначається як процес зміни представлення атласу відповідно до запитів користувачів у режимі реального часу**. «Представлення» позначає стан атласу, який бачить користувач у певний момент часу, тобто стан усіх елементів атласу в сукупності та відношень між ними. Атласна взаємодія віднесена до одного з етапів використання атласу, що охоплює лише етапи визначення (послідовності) дій (див. рис. 2.2 (3)) та виконання дії (див. рис. 2.2 (4)) за схемою етапів взаємодії Р. Рота – Д. Нормана. Тобто етапи, коли користувач зосереджений на пошуку, виборі та активації інтерактивних функцій. Суб'єктами атласної взаємодії, окрім атласної системи, визначені користувачі, розбиті на три групи: розробники атласу; користувачі, для яких призначений атлас; усі інші користувачі. Запропоновано три напрямки/підходи дослідження атласної взаємодії: орієнтований на користувачів, орієнтований на інструменти, орієнтований на технологію. Дослідження атласної взаємодії не поширено на паперові атласи, оскільки вони не є інтерактивними, тобто не здатними самостійно змінюватися на запити користувачів.

6. Введено поняття атласної інтерактивності як ступеню, у якій користувачі та/або атлас здатні підтримувати взаємодію. Атласна інтерактивність може розглядатися як властивість користувачів, властивість

атласу та властивість користувачів та атласу. Для визначення оптимальної атласної інтерактивності необхідно дослідження одночасно інтерактивності користувачів та атласу. Інтерактивність атласу пов'язано виключно з технологічними можливостями атласу і запропоновано визначати її за сукупністю показників, що утворюють континуум від низької інтерактивності до високої. Оцінка інтерактивності атласу необхідна як для порівняння технологічних можливостей різних атласів, так і для надання відомостей (стандартизованих та формалізованих), за допомогою яких може проводитися визначення оптимальної атласної інтерактивності. Так, окремі показники інтерактивності атласів дозволяють ідентифікувати та спостерігати вплив конкретних інтегральних характеристик атласу (виражених показниками) на взаємодію та, за потреби, регулювати їх інтерактивність.

Розроблено алгоритм оцінювання загальної інтерактивності атласу за 100-бальною шкалою, де 100 балів позначає найвищу інтерактивність, а 0 балів – найнижчу. Загальна оцінка інтерактивності атласу формується за середнім значенням показників інтерактивності, кожен з яких також оцінюється за 100-бальною шкалою. Оскільки не всі показники прийнято рівнозначними, то для кожного вказується індивідуальний ваговий коефіцієнт (k). Розроблений алгоритм враховує такі показники: кількість інтерактивних функцій ($k=1$), персоналізація ($k=1$), швидкість відгуку ($k=0,9$), потенціал контролю за використанням системи ($k=0,9$), розширюваність ($k=0,8$).

7. Встановлено відмінності між операторами взаємодії та інтерактивними функціями атласу, де останні названі інструментами для конкретизованої зміни представлення атласу. Обґрунтовано створення бібліотеки інтерактивних функцій атласу, яка може бути покладена в основу аплікаційного патерну інтерактивності атласів. Розроблено класифікацію інтерактивних функцій атласу, де класифікаційною ознакою обрано приналежність до структурного елементу атласу, що налаштовується за допомогою конкретного аплікаційного патерну атласу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас радіоактивного забруднення України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://radatlas.isgeo.com.ua/> (дата звернення – 01.09.2020).
2. Багров Л. История картографии / Лео Багров; перевод с англ. Н. И. Лисовой. – Москва: ЗАО Центрполиграф, 2004. – 319 с.
3. Барладін О. В. Використання електронних атласів Адміністративно-територіальний поділ України та Україна туристична в освітніх цілях / О. В. Барладін, І. В. Бусол, Л. І. Миколенко //Проблеми безперервної географічної освіти і картографії. – 2012. – №. 15. – С. 14–17.
4. Берлянт А. М. Образ пространства: карта и информация / А. М. Берлянт. – Москва: Мысль, 1986. – 240 с.
5. Браун Л. А. История географических карт / Л. А. Браун; пер. с англ. Н. И. Лисовой. – Москва: ЗАО Центрполиграф, 2006. – 479 с.
6. Володченко А. С. Атласная картосемиотика / А. С. Володченко. – Дрезден: Изд-во ТУД, 2006. – 100 с.
7. Комплексные региональные атласы / под ред. К. А. Салищева. – Москва: Изд-во МГУ, 1977. – 638 с.
8. Макаренко А. А. Атласное картографирование: учебное пособие / А. А. Макаренко, Г. И. Загребин. – Москва: МИИГАиК. – 56 с.
9. Национальные атласы. История, анализ, пути совершенствования и унификации / под ред. К. А. Салищева. – Москва: Изд-во МГУ, 1960.
10. Норман Д. А. Дизайн привычных вещей / Дональд А. Норман; пер. с англ. – Москва: Издательский дом «Вильямс». – 384 с.
11. Остроух В. І. Електронні навчальні картографічні видання як приклад реалізації інноваційних технологій вивчення географії в школі / В. І. Остроух, І. С. Руденко //Український географічний журнал. – 2015. – №. 3. – С. 55–59.
12. Салищев К.А. Картоведение: учебник / К. А. Салищев. – 3-е изд. – Москва: Изд-во МГУ, 1990. – 400 с.
13. Салищев К. А. Основы картоведения. Историческая часть / К. А. Салищев. – Москва: Изд-во геод. и карт. лит-ры ГУГК при СНК СССР, 1943. – 238 с.
14. Сваткова Т. Г. Атласная картография: учебное пособие / Т. Г. Сваткова. – Москва: Аспект Пресс, 2002. – 203 с.

15. Тикунов В. С. Атласные информационные системы для принятия решений / В. С. Тикунов // Основы геоинформатики: Учеб. пособ. для студентов вузов/Под ред. В. С. Тикунова. – Москва: Академия, 2004. – С. 285–304.

16. Чабанюк В. С. Інтерактивні карти потенційно небезпечних об'єктів України: Проблеми формування баз даних та їх візуалізації / В. С. Чабанюк, Л. Г. Руденко, В. І. Подвойська, М. М. Вишня // Актуальні напрями розвитку картографії в Україні / за ред. Л. Г. Руденка. – Київ: НАН України, 2019. – С. 36–55.

17. Чабанюк В. С. Программные решения в процессах создания и использования атласных интерактивных карт / В. С. Чабанюк, Л. Г. Руденко // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология. – 2019. – №. 2 – С. 25–39.

18. Чабанюк В. С. Реляційна картографія: Теорія та практика / В. С. Чабанюк. – Київ: Інститут географії НАН України, 2018. – 525 с.

19. Чуркин В. Г. Атласная картография / В. Г. Чуркин. – Ленинград: Наука, 1974. – 140 с.

20. Aditay T. The national atlas as a metaphor for improved use of a national geospatial data infrastructure: Doctor of Philosophy Dissertation / Trias Aditya; ITC; Dissertation Advisers Kraak M. J., Ormeling F. J. – Enschede, 2007. – 228 p.

21. Alexander C. The timeless way of building / C. Alexander. – New York: Oxford University Press, 1979. – 552 (572) p.

22. Andreessen M. Analyzing the Facebook Platform, three weeks in [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.archive.org/web/20071002070223/http://blog.pmarca.com/2007/06/analyzing_the_f.html/ (дата звернення – 26.10.2020).

23. Andrienko G. L. Interactive maps for visual data exploration / G. L. Andrienko, N. V. Andrienko // International Journal of Geographical Information Science. – 1999. – Vol. 13. – №. 4. – P. 355–374.

24. Andrienko N. Exploratory spatio-temporal visualization: an analytical review / N. Andrienko, G. Andrienko, P. Gatalsky // Journal of Visual Languages & Computing. – 2003. – Vol. 14. – №. 6. – P. 503–541.

25. Asche H. Designing interactive maps for planning and education / H. Asche, C. M. Herrman // Visualization in modern cartography / Eds. A. M. MacEachren, D. R. F. Taylor. – Great Yarmouth: Pergamon, 1994. – Vol. 2. – P. 215–242.

26. Asche H. The Atlas Toolbox: Concept and Development of a Rule based Map Component for a GIS-VIS Production Environment / H. Asche, R. Engemaier // *Advances in Cartography and GIScience. Volume 1* / Ed. A. Ruas. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2011. – P. 147–59.

27. Atlas de Espana (1986-2008) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ign.es/ane/ane1986-2008/> (дата звернення – 31.08.2020).

28. Balciunas A. Research on User Preferences for the Functionality of Web Maps / A. Balciunas, G. Beconyte // *Cartography-Maps Connecting the World* / Eds. C. R. Sluter, C. B. M. Cruz, P. M. L. de Menezes. – Cham: Springer, 2015.– P. 45–57.

29. Bär H. R. Towards high standard interactive atlases: the GIS and multimedia cartography approach / H. R. Bär, R. Sieber // *Proceedings of the 19th International Cartographic Conference (Ottawa, 14–21 August 1999)*. – Ottawa, 1999.

30. Beaudouin-Lafon M. Designing interaction, not interfaces / M. Beaudouin-Lafon // *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces (Gallipoli, May 2014)*. – New York, 2004. – P. 15–22.

31. Board C. Map reading tasks appropriate in experimental studies in cartographic communication / C. Board // *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. – 1978. – Vol. 15. – №. 1. – P. 1–12.

32. Borchert A. Multimedia Atlas Concepts / A. Borchert // *Multimedia Cartography* / Eds. W. Cartwright, M. P. Peterson, G. Gartner. – Berlin, Heidelberg: Springer, 1999. – P. 75–86.

33. Buckley A. Atlas mapping in the 21st century / A. Buckley // *Cartography and Geographic Information Science*. – 2003. – Vol. 30. – №. 2. – P. 149–158.

34. Cardiff School of Computer Science & Informatics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://users.cs.cf.ac.uk/Dave.Marshall/Multimedia/node10.html/> (дата звернення – 01.05.2021) – What is Multimedia?

35. Cartwright W. Geospatial information visualization user interface issues / W. Cartwright, J. Crampton, G. Gartner, S. Miller, K. Mitchell, E. Siekierska, J. Wood // *Cartography and Geographic Information Science*. – 2001. – Vol. 28. – №. 1. – P. 45–60.

36. Cauvin C. Thematic cartography and transformations: in 3 vol. / C. Cauvin, F. Escobar, A. Serradj. – Chippenham, Eastbourne: John Wiley & Sons, 2010. – Vol. 3: New approaches in thematic cartography. – 291 (320) p.

37. Crampton J. W. Interactivity types in geographic visualization / J. W. Crampton // *Cartography and geographic information science*. – 2002. – Vol. 29. – №. 2. – P. 85–98.

38. Cron J. Facilitating the handling of interactive atlases by dynamic grouping of functions—the example of “Smart Legend” / J. Cron, S. Wiesmann, L. Hurni // *Geospatial Vision: New Dimensions in Cartography* / Eds. A. Moore, I. Drecki. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2008. – P. 1–18.

39. Cron J. Graphische Benutzeroberflächen interaktiver Atlanten: Diplomarbeit Fachbereich Vermessungswesen/Kartographie / Juliane Cron; Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FH). – Zürich, 2006. – 94 (110) p.

40. Dholakia R. R. Interactivity and revisits to websites: A theoretical framework (Working paper) / R. R. Dholakia, M. Zhao, N. Dholakia, D. R. Fortin // *Research Institute for Telecommunications and Information Marketing*. Retrieved from <http://ritim.cba.uri.edu/wp>. – 2000.

41. Donohue Richard G. Web Cartography with Web Standards: Teaching, Learning, and Using Open Source Web Mapping Technologies: Doctor of Philosophy (Geography) Dissertation / Richard Gardiner Donohue II; University of Wisconsin-Madison. – Madison, 2014. – 167 p.

42. Edsall R. Interactive maps for exploring spatial data / R. Edsall, G. Andrienko, N. Andrienko, B. Buttenfield // *Manual of geographic information systems* / Ed. M. Madden. – 2009. – P. 837–858.

43. Favre, J. M. Megamodelling and etymology / J. M. Favre // *Proceedings of The Dagstuhl Seminar (Dagstuhl, 17–22 April 2005)*. – Dagstuhl, 2005.

44. Gartner G. The concept of “restrictive flexibility” in the “OROK Atlas Online” / G. Gartner, C. Spanring, K. Kriz, A. Pucher // *Proceedings of the 22nd International cartographic conference (La Coruna, 9–16 July 2005)*. – La Coruna, 2005. – P. 105–110.

45. Geoclip [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.geoclip.fr/realisations/?lang=en#demonstrations/> (дата звернення – 15.07.2020). – Achievements.

46. Gomez-Solorzano L. S. Atlas Design: A Usability Approach for the Development and Evaluation of Cartographic Products / L. S. Gomez-Solorzano, J. S. Comins, J. B. Sendra // *The Cartographic Journal*. – 2017. – Vol. 54. – №. 4. – P. 343–357.

47. Gotz D. Characterizing users' visual analytic activity for insight provenance / D. Gotz, M. X. Zhou // *Information Visualization*. – 2009. – Vol. 8. – №. 1. – P. 42–55.
48. Harley J. B. *The new nature of maps: essays in the history of cartography* / J. B. Harley. – Baltimore: JHU Press, 2001. – 323 p.
49. Harrower M. Designing better map interfaces: A framework for panning and zooming / M. Harrower, B. Sheesley // *Transactions in GIS*. – 2005. – Vol. 9. – №. 2. – P. 77–89.
50. Hayes A. The Nunaliit cybercartographic atlas framework / A. Hayes, P. L. Pulsifer, J. P. Fiset // *Modern Cartography Series*. – Amsterdam: Academic Press, 2014. – Vol. 5. – P. 129–140.
51. Hornbæk K., Oulasvirta A. What is interaction? / K. Hornbæk, A. Oulasvirta // *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Denver, 6–11 May 2017)*. – New York, 2017. – P. 5040–5052.
52. Hurni L. Atlas Information Systems / L. Hurni // *Encyclopedia of GIS* / Eds. S. Shekhar, H. Zhou, H. Xiong. – 2nd ed. – Cham: Springer, 2017. – P. 85–92.
53. Hurni L. Multimedia Atlas Information Systems / L. Hurni // *Encyclopedia of GIS* / Eds. S. Shekhar, H. Xiong. – Boston: Springer, 2008. – P. 759–763.
54. ICA Commission on Atlases [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atlas.icaci.org/awards-and-publications/atlas-cookbook/> (дата звернення – 13.07.2020) – Atlas Cookbook.
55. Jensen J. F. ‘Interactivity’: Tracking a new concept in media and communication studies / J. F. Jensen // *Nordicom review*. – 1998. – Vol. 19. – №. 1. – P. 185–204.
56. Keller C. P. Visualizing digital atlas information products and the user perspective / C. P. Keller // *Cartographic Perspectives*. – 1995. – №. 20. – P. 21–28.
57. Köbben B., Koop O. Dutch atlas information system [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kartoweb.itc.nl/kobben/dais/paper.html/> (дата звернення – 28.04.2021).
58. Köbben B. Maps and mash-ups: the national atlas and Google Earth in a geodata infrastructure / B. Köbben, M. Graham // *Proceedings of The 12th Agile international conference (Hannover, 2–5 June 2009)*. – Hannover, 2009.
59. Kraak M. J. *Cartography: Visualization of geospatial data* / M. J. Kraak, F. J. Ormeling. – 3rd ed. – Harlow: Guilford Publications, 2010. – 249 p.

60. Kramers E. R. Interaction with maps on the internet—a user-centered design approach for the atlas of Canada / E. R. Kramers // *The Cartographic Journal*. – 2008. – Vol. 45. – №. 2. – P. 98–107.

61. Lechthaler M. Interactive and Multimedia Atlas Information Systems as a Cartographic Geo-Communication Platform / M. Lechthaler // *Cartography in Central and Eastern Europe* / Eds. G. Gartner, F. Ortig – Berlin, Heidelberg: Springer, 2009. – P. 383–402.

62. Lindholm M. Designing a visualization user interface / M. Lindholm, T. Sarjakoski // *Visualization in modern cartography* / Eds. A. M. MacEachren, D. R. F. Taylor. – Great Yarmouth: Pergamon, 1994. – Vol. 2. – P. 167–184.

63. MacEachren A. M. Constructing knowledge from multivariate spatiotemporal data: integrating geographical visualization with knowledge discovery in database methods / A. M. MacEachren, M. Wachowicz, R. Esdall, D. Haug, R. Masters // *International Journal of Geographical Information Science*. – 1999. – Vol. 13. – №. 4. – P. 311–334.

64. MacEachren A. M. Design and implementation of a model, web-based, GIS-enabled cancer atlas / A. M. MacEachren, S. Crawford, M. Akella, G. Lengerich // *The Cartographic Journal*. – 2008. – Vol. 45. – №. 4. – P. 246–260.

65. Map use: reading, analysis, interpretation / A. J. Kimerling, A. R. Buckley, P. C. Muehrcke, J. O. Muehrcke – Redlands: ESRI Press Academic, 2016 – 908 p.

66. McMillan S. J. Measures of perceived interactivity: An exploration of the role of direction of communication, user control, and time in shaping perceptions of interactivity / S. J. McMillan, J. S. Hwang // *Journal of advertising*. – 2002. – Vol. 31. – №. 3. – P. 29–42.

67. Merriam-webster [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/atlas/> (дата звернення – 03.08.2020) – atlas.

68. Miller S. Design of multimedia mapping products / S. Miller // *Multimedia cartography* / Eds. W. Cartwright, M. P. Peterson, G. Gartner. – Berlin, Heidelberg: Springer, 1999. – P. 51–63.

70. Monmonier M. S. Trends in atlas development / M. S. Monmonier // *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. – 1981. – Vol. 18. – №. 2. – P. 187–213.

71. Ormeling F. Ariadne's thread—structure in multimedia atlases / F. Ormeling // Proc. of the 16th Intern. Cartogr. Conference Cologne/Köln, ICA ["Maps for action and development"] (Bielefeld, 3–9 May 1993). – Bielefeld, 1993. – Vol. 2. – P. 1093–1100.

72. Ormeling F. Atlas information systems / F. Ormeling // Proceedings of the 17th ICA/ACI International Cartographic Conference ICC (Barcelona, 3–9 September 1995). – Barcelona, 1995. – P. 2127-2133.

73. Ormeling, F. Atlas Terminology and Atlas Concept / F. Ormeling // Papers of The International Workshop/Seminar. – Bandung, 1997.

74. Ormeling F. Functionality of electronic school atlases / F. Ormeling // Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proceedings on National and Regional Atlases. Prague. – 1996. – Vol. 33. – P. 39.

75. Ormeling F. Map concepts in multimedia products / F. Ormeling // Multimedia cartography / Eds. W. Cartwright, M. P. Peterson, G. Gartner. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. – P. 105–115.

76. Ormeling Sr F. J. The purpose and use of national atlases / Sr F. J. Ormeling // Cartographica: The international journal for geographic information and geovisualization. – 1979. – Vol. 16. – №. 1. – P. 11–23.

77. OSVITANET [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://new.osvitanet.com.ua/> (дата звернення – 08.09.2020).

78. Özerdem E. Evaluating the suitability of Web 2.0 technologies for online atlas access interfaces / E. Özerdem, G. Gartner, F. Ortog // Proceedings of The 26th International Cartographic Conference (Dresden, 25–30 August 2013). – Dresden, 2013.

79. Panchaud N. H. Integrating Cartographic Knowledge Within a Geoportal: Interactions and Feedback in the User Interface / N. H. Panchaud, L. Hurni // Cartographic Perspectives. – 2018. – №. 89. – P. 5–24.

80. Parush A. Understanding through structure: The challenges of information and navigation architecture in cybercartography / A. Parush, P. Pulsifer, K. Philip, G. Dunn // Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 2006. – Vol. 41. – №. 1. – P. 21–34.

81. Persson D. Towards a typology of interactivity functions for visual map exploration / D. Persson, G. Gartner, M. Buchroithner // Geographic hypermedia / Eds.

E. Stefanakis, M. P. Peterson, C. Armenakis, V. Delis. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. – P. 275–292.

82. Petchenik B. B. Cognition in cartography / B. B. Petchenik // *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*. – 1977. – Vol. 14. – №. 1. – P. 117–128.

83. Peterson Gretchen N. *Cartographer's Toolkit: Colors, Typography, Patterns* / Gretchen N. Peterson. – Fort Collins: PetersonGIS, 2012 – 184 p.

84. Peterson M. P. *Interactive and animated cartography* / M. P. Peterson. – Upper Saddle River: Prentice Hall, 1995. – 464 p.

85. Pike W. A. *The science of interaction* / W. A. Pike, J. Stasko, R. Chang, T. A. O'connell // *Information visualization*. – 2009. – Vol. 8. – №. 4. – P. 263 – 274.

86. Pucher, A. *Online cartographic atlas products: learning from the past* / A. Pucher // *Modern Trends in Cartography* / Eds. J. Brus, A. Vondrakova, V. Vozenilek. – Cham: Springer. – P. 57–66.

87. Pucher A. Use and users of the ÖROK-Atlas online / A. Pucher // *The Cartographic Journal*. – 2008. – Vol. 45. – №. 2. – P. 108–116.

88. Ramos C. S. *Atlases from Paper to Digital Medium* / C. S. Ramos, W. Cartwright // *Geographic Hypermedia* / Eds. E. Stefanakis, M. P. Peterson. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2006. – P. 97–119.

89. Raveneau J. L. *Micro-atlases and the diffusion of geographic information: an experiment with hypercard* / J. L. Raveneau, M. Miller, Y. Brousseau, C. Dufour // *The Microcomputer and Modern Cartography* / Ed. D. R. F. Taylor. – Exeter: Pergamon, 1991. – Vol. 1. – P. 201– 223.

90. Reyes M. D. C. *Cybercartography from a modeling perspective* / M. D. C. Reyes // *Modern Cartography Series* / Ed. D. R. F. Taylor. – Amstredam: Academic Press, 2005. – Vol. 4. – P. 63–97.

91. Roth R. E. *Addressing map interface usability: Learning from the lakeshore nature preserve interactive map* / R. E. Roth, M. Harrower // *Cartographic Perspectives*. – 2008. – №. 60. – P. 46–66.

92. Roth R. E. *Interacting with Maps: The science and practice of cartographic interaction: Doctor of Philosophy (Geography) Dissertation* / Robert Emmett Roth; The Pennsylvania State University; Dissertation Adviser MacEachren A. – University Park, 2011. – 215 (225) p.

93. Roth R. E. Interactive maps: What we know and what we need to know / R. E. Roth // *Journal of Spatial Information Science*. – 2013. – №. 6 – P. 59–115.

94. Rystedt B. Current trends in electronic atlas production / B. Rustedt // *Cartographic Perspectives*. – 1995. – №. 20. – P. 5–11.

95. Shneiderman B. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations / B. Scheiderman // *The craft of information visualization. Readings and Reflections* / Eds. B. B. Bederson, B. Schneiderman – Morgan Kaufmann, 2003. – P. 364–371.

96. Shulei Z. The principles of designing CIS-cartographic information system / Z. Shulei, C. Yufen // *Proceedings of The 12th International Conference on Geoinformatics (Gävle, 7–9 June 2004)*. – Gävle, 2004.

97. Sieber R. Current Challenges in Atlas Cartography / R. Sieber, E. Losang // *Abstracts of the Central European Cartographic Conference and 68th German Cartography Congress (Vienna, 21–25 September 2020)*. – Vienna, 2020.

98. Sieber R. From classic atlas design to collaborative platforms–The SwissAtlasPlatform Project / R. Sieber, L. Hollenstein, B. Odden, L. Hurni // *Proceedings of The 25th International Cartographic Conference (Paris, 3–8 July, 2011)*. – Paris, 2011.

99. Sieber R. Smart legend–smart atlas/ R. Sieber, C. Schmid, S. Wiesmann // *Proceedings of the 22th International Conference of the ICA (La Coruna, 9–16 July 2005)*. – La Coruna, 2005.

100. Siekierska E. M. Electronic mapping and electronic atlases: new cartographic products for the information era-the electronic atlas of Canada / E. M. Siekierska, D. R. F. Taylor // *CISM journal*. – 1991. – Vol. 45. – №. 1. – P. 11–21.

101. Song I. Interactivity and political attitude formation: A mediation model of online information processing / I. Song, E. P. Bucy // *Journal of Information Technology & Politics*. – 2008. – Vol. 4. – №. 2. – P. 29–61.

101. Taylor D. R. F. The concept of cybercartography / D. R. F. Taylor // *Maps and the Internet* / Ed. M. P. Peterson. – Amsterdam: Elsevier, 2003. – P. 405–420.

102. The history of cartography: in 6 vol. / Eds. J. B. Harley, D. Woodward. – Chicago, London: The University of Chicago Press, 1987. – Vol. 1: Cartography in prehistoric, ancient, and medieval Europe and the Mediterranean. – 599 (642) p.

103. The history of cartography: in 6 vol. / Eds. M. Monmonier. – Chicago, London: The University of Chicago Press, 2015. – Vol. 6: Cartography in the Twentieth Century. – 1906 p.

104. van Elzakker C. P. J. M. The use of maps in the exploration of geographic data: Doctor of Philosophy Dissertation / Corne P. J. M. van Elzakker; Utrecht University; Dissertation Advisers Kraak M. J., Ormeling F. J. – Enschede, 2004. – 208 p.

105. van Elzakker C. P. J. M. Use and users of multimedia cartography / C. P. J. M. van Elzakker, K. Wealands //Multimedia cartography / Eds. W. Cartwright, M. P. Peterson, G. Gartner. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2007. – P. 487–504.

106. Vozenilek V. Aspects of the Thematic Atlas Compilation / V. Vozenilek // Modern Trends in Cartography. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography / Eds. J. Brus, A. Vondrakova, V. Vozenilek. – Cham: Springer, 2015. – P. 3–12.

107. Vozenilek V. Atlases and Systems Theory within Systematic Cartography / V. Vozenilek // Abstracts of The 29th International Cartographic Conference (Tokyo, 15–20 July 2019) – Tokyo, 2019.

108. Wardlaw J. Principles of interaction / J. Wardlaw //Interacting with geospatial technologies / Ed. M. M. Haklay. – Chippenham: John Wiley & Sons, 2010. – P. 179–198.

109. Ward M. Interactive data visualization: foundations, techniques, and applications / M. Ward, G. Grinstein, D. Keim. – Boca Raton: CRC Press, 2010 – 485 (507) p.

110. Wood D. Pleasure in the idea/The atlas as narrative form / D. Wood //Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization. – 1987. – Vol. 24. – №. 1. – P. 24–46.

111. Yang F. Effects of web interactivity: A meta-analysis / F. Yang, F. Shen //Communication Research. – 2018. – Vol. 45. – №. 5. – P. 635–658.

112. You M. A usability evaluation of web map zoom and pan functions / M. You, C. W. Chen, H. Liu, H. Lin //International Journal of Design. – 2007. – Vol. 1. – №. 1. – P. 15–25.

113. Zhang Q. Structuring Relations between User Tasks and Interactive Tasks Using a Visual Problem-Solving Approach / Q. Zhang, M. J. Kraak, C. A. Blok //Progress in Cartography / Eds. G. Gartner, M. Jobst, H. Huang. – Cham: Springer, 2016. – P. 101–114.

ДОДАТКИ

Додаток А

Класифікація інтерактивних функцій електронних атласів

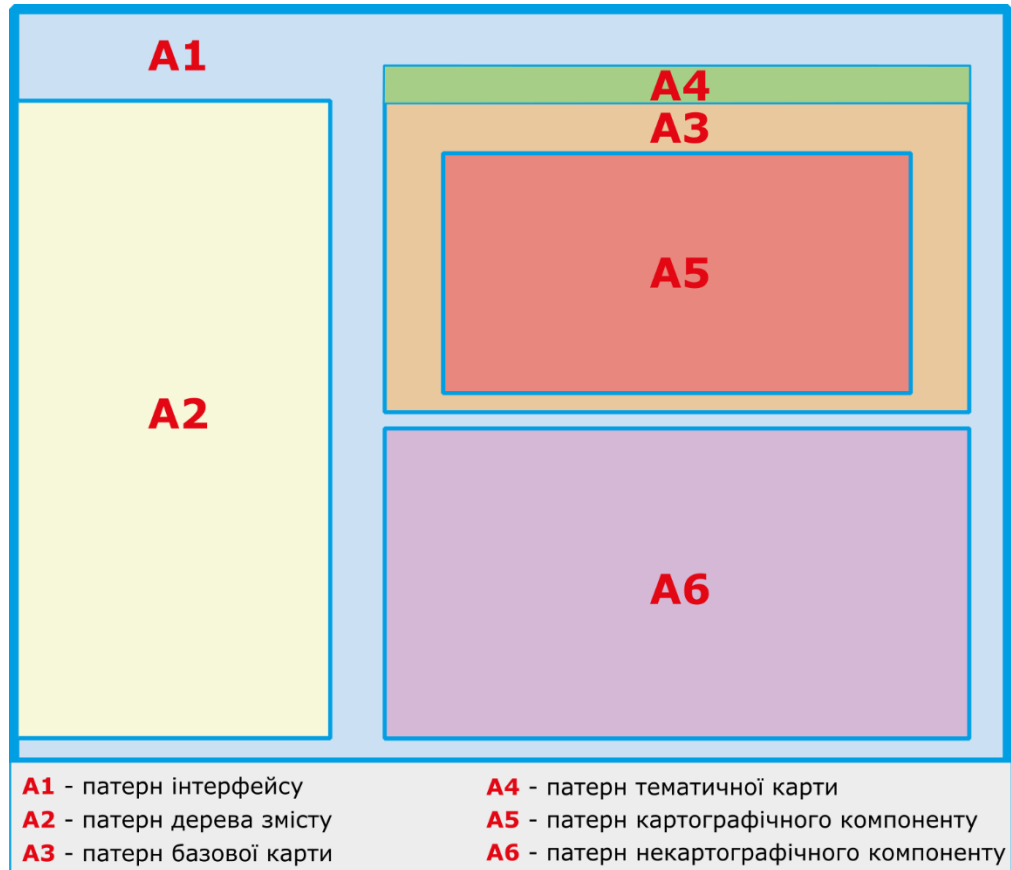


Рис. А.1 – Схема структурних елементів (патернів) електронного атласу

Патерн інтерфейсу (A1)	
<ul style="list-style-type: none"> -Авторизація -Допомога -Експорт стану атласу (завантажити у форматі .pdf/роздрукувати, поділитися посиланням) -Змінити макет компоновки атласу -Контакти -На весь екран 	<ul style="list-style-type: none"> -Обрати мову -Оповіщення -Перелік завдань -Стан атласу за датою -Стан атласу за замовчуванням

Рис. А.2 – Інтерактивні функції патерну інтерфейсу (A1)

Патерн дерева змісту (A2)
<ul style="list-style-type: none"> -Глобальний пошук (за тематичним змістом елементів) -Додати/видалити вікно вмісту -Додати коментар (тег) -Змінити інформаційну архітектуру змісту -Інформація про елемент -Історія (перемикання стану атласу під час одного сеансу використання) -Обрати вікно вмісту для відкриття елементу дерева -Пошук
<p>Редагування дерева змісту</p> <ul style="list-style-type: none"> -додати/видалити елемент (текст, карту, тематичний шар) -зміна порядку елементів -перейменування елементу -створення/видалення (під)розділів
<ul style="list-style-type: none"> -Рекомендації з вибору карт (елементів) для порівняння -Стан дерева змісту за замовчуванням -Створити закладку (додати до «вибраного») -Фільтрація (за типом елементу, датою створення/оновлення)

Рис. А.3 – Інтерактивні функції патерну дерева змісту (A2)

Патерн базової карти (A3)
<ul style="list-style-type: none"> -Абсолютна висота точки на карті -Додати БК -Додати шар БК -Змінити одиниці адміністративного поділу/районування БК -Змінити проекцію -Змінити прозорість шару БК -Координати точки на карті -Обрати БК -Обрати систему координат -Місцевий час точки на карті -Пошук об'єктів БК -Пошук об'єктів БК (за координатами) -Увімкнути/вимкнути шар БК

Рис. А.4 – Інтерактивні функції патерну базової карти (A3)

Патерн картографічного компоненту (A5)
<ul style="list-style-type: none"> -Додати (імпорт) тематичний шар -Експорт тематичного шару -Змінити прозорість тематичного шару -Створити (видалити) групу шарів -Створити тематичний шар -Увімкнути/вимкнути тематичний шар

Рис. А.5 – Інтерактивні функції патерну картографічного компоненту (A5)

Патерн некартографічного компоненту (А6)	
Аудіо/відео/зображення -на весь екран -завантажити файл -обрати початок програвання -почати/зупинити програвання -Посилання на елемент атласу (карту)	-обрати тип/стиль -редагувати дані Таблиця -на весь екран -експорт таблиці -редагувати таблицю
Графік/діаграма -експорт стану діаграми (завантажити у форматі .pdf/роздрукувати, поділитися посиланням) -завантажити (імпот) дані -на весь екран	Текст -виділити текст -додати коментар -експорт тексту -на весь екран -редагувати текст

Рис. А.6 – Інтерактивні функції патерну некартографічного компоненту (А6)

Патерн тематичної карти (А4)	
Анімація (часові дані) -встановити швидкість (часовий інтервал) анімації -обрати часовий проміжок (дату) -почати/зупинити анімацію -Виміряти відстань -Додати карту-врізку (reference map) -Експорт стану тематичної карти (завантажити у форматі .pdf/роздрукувати)	-На весь екран -Обертання карти -Обрати об'єкт на карті -Опис до карти (текст, мультимедійний об'єкт тощо) -Орієнтація на північ -Панорамування -Побудувати маршрут -Побудувати профіль місцевості
-Легенда -змінити колір градацій шкали / умовних позначень -змінити метод класифікації -змінити шкалу -змінити форму умовних позначень -підсвітити градацію на карті -Масштаб за замовчуванням	-Спливаюче вікно -відкрити об'єкт в таблиці даних -відкрити посилання (зовнішнє або на інший елемент атласу)
Масштабування: -за допомогою кнопок «+» та «-» -за допомогою прямої маніпуляції (мишею) -за допомогою рамки -за допомогою числового введення масштабу	-Таблиця даних -ввести пошуковий SQL-запит -додати/видалити запис -додати до вибірки -обрати запис -побудувати діаграму/графік -показати на карті -пошук за атрибутом -сортування -фільтрація

Рис. А.7 – Інтерактивні функції патерну тематичної карти (А4)