

УДК 528.91

## ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ПРИНЦИПІВ ПОБУДОВИ ІПД МЕТОДАМИ РЕЛЯЦІЙНОЇ КАРТОГРАФІЇ

**В. Чабанюк<sup>1,2</sup>, О. Дишлик<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Інститут географії НАН України

<sup>2</sup> ТОВ “Інтелектуальні Системи ГЕО”

**Ключові слова:** ІПД, структурні принципи побудови, метод концептуальних каркасів, реляційна картографія

### Вступ

Інфраструктури Просторових Даних (ІПД) як самостійне явище вивчають вже більше від двох десятиліть. Автори роботи [1] вважають, що “ІПД виникли на початку 1990-х років у результаті досягнень геопросторових і комунікаційних технологій (зокрема, Інтернету), що перемістили акцент з автономних географічних інформаційних систем (ГІС) у бік мережевих систем і систем, що з ними співпрацюють, та інформаційних інфраструктур”. У цьому ж джерелі вибрано як найбільш всеохопне і зрозуміле визначення ІПД із [2], згідно з яким ІПД “підтримує готовий доступ до географічної інформації. Це досягається за рахунок узгоджених дій країн і організацій, що сприяють інформованості та впровадженню доповнювальних стратегій, загальних стандартів і ефективного механізму розроблення та доступності інтероперабельних цифрових географічних даних і технологій для підтримки прийняття рішень на всіх масштабах для різних цілей. Ці дії охоплюють політику, зобов'язання організацій, дані, технології, стандарти, механізми доставки, а також фінансові та людські ресурси, необхідні для забезпечення того, щоб працюючі на (національному) та регіональному масштабі не перешкоджали у досягненні поставлених цілей.”

З терміном ІПД найчастіше вживають прикметник “національна”. Насправді потрібно враховувати таку ієрархію ІПД [3]: корпоративна–локальна–провінційна–національна–регіональна–глобальна. Нижні рівні часто об'єднують так: субнаціональна(локальна)–національна–регіональна–глобальна. Елементи наведених ієрархій є класами (або простіше – множинами) ІПД. Кожний клас містить кілька екземплярів ІПД, причому навіть на глобальному рівні. Наприклад, екземплярами класу регіональних ІПД є загальновідома INSPIRE та ІПД Австралії та Нової Зеландії, що керується ANZLIC (<http://www.anzlic.gov.au/>, доступ 2016-січ-05).

В українській науковій літературі явище НІПД вперше розглянуто у проєкті “Концепція багатомасштабової Національної ГІС України” (далі Концепція

НІПД), який виконував творчий колектив авторів під керівництвом Інституту географії у 1991–1993 рр. [4]. На початку проєкту автори планували розробити концепцію конкретного об'єкта – Національної ГІС. Однак після вивчення “об'єкта автоматизації” план було змінено і отриманий результат є фактично концепцією класу національних ГІС. У сучасній термінології Концепція НІПД є Концепцією НІПД України станом на початок 90-х років минулого століття. Тут варто зауважити, що, наприклад, НІПД існує де факто у кожній країні, що виробляє і використовує просторові дані (карти, атласи) національного рівня. Це твердження буде істинним, якщо у визначенні [2] замінити термін “цифрові” на “цифрові та/або аналогові”. Згідно зі скоригованим визначенням, НІПД України існувала і до 1991 р.

1. У розділі “Дослідження і виклики” вказують на чотири обмеження розвитку ІПД (наводимо скорочені формулювання):

1. Північний центрим. Фокус дослідження було зосереджено переважно на західних і промислово розвинених середовищах. Увага до країн з перехідною економікою у Східній Європі і на глобальному Півдні занадто низька. Ці регіони відстають і у створенні ІПД, і щодо уваги дослідників.

2. Домінування національного рівня. Преференції дослідники віддавали національним, а не субнаціональним дослідженням, незважаючи на затребуваність регіонального та місцевого рівнів.

3. Технічна спрямованість і недостатність (убогість) теорії. Більшість дослідницьких зусиль сконцентровано на інженерних викликах розроблення ІПД – інтереси зосереджені на з'ясуванні того, які технологічні проєкти працюють у конкретних адміністративних умовах.

4. Відсутність методологічного різноманіття і строгості. Дослідницькі каркаси і методології ще не адекватно відображають міждисциплінарність явища ІПД. Деякі вчені зосередилися на теоретичному обґрунтуванні своїх емпіричних робіт, але загалом переважали технонаукові й монодисциплінарні дослідження. На протиположному науковому дослідженню, робіт з ІПД, ймовірно, більше у “сірій” літературі (наприклад, у працях конференцій), ніж в академічно реферованих джерелах [27].

Автори статті ставили перед собою такі цілі:

1. Зняти, хоча б частково, перелічені вище й описані детально в [1] “обмеження” розвитку ІПД. У 2017 р. усі вказані обмеження все ще залишаються актуальними.

2. Запропонувати науково обґрунтовані структурні принципи побудови **сучасних** ІПД, зокрема НІПД України. Для цього обґрунтування використовуються як нові, так і отримані раніше та актуалізовані результати авторів з питань ІПД.

3. Навести приклади застосування методів нової, реляційної, картографії для вирішення як практичних, так і теоретичних проблем ІПД. Реляційна картографія розробляється в Інституті географії упродовж останніх трьох років. Відношення (реляції), що існують всередині ІПД і між ІПД, входять до предмета дослідження реляційної картографії [5].

### Структурні проблеми ІПД

ІПД є складним явищем, для дослідження якого використовується структурний аналіз, а для представлення – структурна декомпозиція. Дослідження починається із загального огляду ІПД і потім деталізується, утворюючи ієрархічну структуру із все більшою кількістю рівнів. Але ІПД як система зберігає цілісне представлення, у якому усі складові компоненти взаємопов’язані. Усі методології структурного аналізу основані на низці загальних принципів. Калянов [6] наводить два такі базові принципи:

- принцип “розділяй і владарюй” – принцип вирішення складних проблем розбиттям їх на множину менших незалежних завдань, легких для розуміння і вирішення;

- принцип ієрархічного упорядкування – принцип організації складових частин проблеми в ієрархічні деревоподібні структури з додаванням нових деталей на кожному рівні.

Наведемо два приклади проблем, що виявлені в структурних декомпозиціях ІПД. Раджабіфард [7] розвинув згадану у вступі вертикальну ієрархію ІПД [3] до показаної на рис. 1 й описаного далі “загального патерна впливів і відношень рівнів ІПД”.

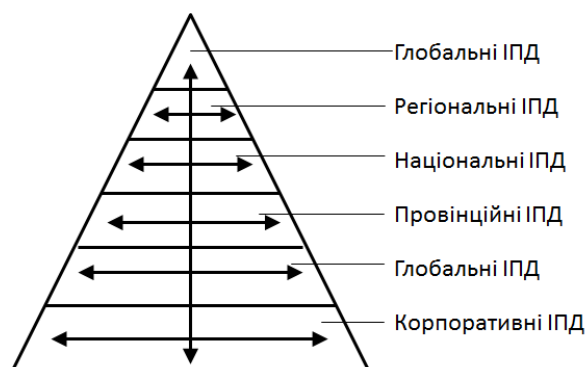


Рис. 1. Вертикально-горизонтальні відношення ІПД

У роботі [8] автори так описують відношення між вертикальними рівнями: “Відношення між різними рівнями ІПД є складними. Ця складність зумовлена динамічною, внутрішньо- і міжюрисдикційною природою ІПД. Одним зі способів спостереження і зіставлення цих відношень в контексті ієрархії ІПД може бути оцінка впливу і співвідношення кожного компонента будь-якого рівня ІПД з тим самим компонентом ІПД на іншому рівні”. Автори статті [9] дослідили поведінку та внутрішні відношення між будь-яким рівнем ІПД та іншими рівнями для кожного з компонентів і отримали загальний патерн прямих і непрямих потенційних впливів і відношень між ними (табл. 1). Повний опис “загального патерна впливів і відношень рівнів ІПД” наведено в [9].

Таблиця 1

Відношення між різними рівнями ІПД

	Локальні ІПД	Провінційні ІПД	Національні ІПД	Регіональні ІПД	Глобальні ІПД
Політика	L→S L→N L→R L→G	S→L S→N S→R S→G	N→L N→S N→R N→G	R→L R→S R→N R→G	G→L G→S G→N G→R
Фундаментальні дані	L→S L→N L→R L→G	S→L S→N S→R S→G	N→L N→S N→R N→G	R→L R→S R→N R→G	G→L G→S G→N G→R
Технічні стандарти	L→S L→N L→R L→G	S→L S→N S→R S→G	N→L N→S N→R N→G	R→L R→S R→N R→G	G→L G→S G→N G→R
Мережа доступу	L→S L→N L→R L→G	S→L S→N S→R S→G	N→L N→S N→R N→G	R→L R→S R→N R→G	G→L G→S G→N G→R
Люди	L→S L→N L→R L→G	S→L S→N S→R S→G	N→L N→S N→R N→G	R→L R→S R→N R→G	G→L G→S G→N G→R

Позначення: → Прямий вплив, ⇨ Непрямий вплив, — Немає впливу, L=Локальна (Local), S=Провінційна (State), N=Національна (National), R=Регіональна (Regional), G=Глобальна (Global)

**Проблема 1.** Поданий патерн доволі важко застосувати на практиці. Наприклад, за допомогою цього патерна важко зробити висновок про необхідність вводити локальний і обласний (провінційний) рівні як компоненти (підсистеми) у НІПД України. Тобто потрібен практичніший або конструктивніший патерн.

У табл. 1 використано такі визначення із [8]: “ІПД складається з чотирьох основних компонентів: інституційного каркасу, технічних стандартів, фунда-

ментальних наборів даних і мережі центрів обміну даними”.

Скориставшись наведеним визначенням та деякими іншими фактами, у [8] запропонували так звану “продуктову модель ПД” (рис. 2, рис. 3). Раджабіфард [10] уточнив зміст компонентів цієї моделі (рис. 4).



Рис. 2. Природа і відношення між компонентами ПД



Рис. 3. Продуктова модель ПД



Рис. 4. Інтеграційні елементи в моделі ПД

**Проблема 2.** Наведені рисунки викликають кілька серйозних запитань:

1. Як “політика” може належати до “Технологічних компонентів” (рис. 3)?

2. Якщо виникне запитання, то де потрібно зображати (до чого належать) технічні і програмні засоби, наприклад, сервери баз даних з СКБД?

3. Як бути з “картографічними представленнями” даних? Інакше: де міститься інформація, отримувана з даних? Або ще інакше: де має бути сервісний шар? Тільки у “мережі доступу” чи, може, ще десь?

Знов-таки слід констатувати потребу в конструктивнішому патерні для практичного використання продуктової моделі ПД.

**Метод концептуальних каркасів реляційної картографії**

**Реляційна картографія** визначена у роботі [5] як узгоджені мистецтва, науки і технології виготовлення та використання відношень всередині картографічних систем і між картографічними системами. У певному значенні вона є ортогональною до предметної картографії. Реляційна і предметна картографії утворюють геоматичну (системну) картографію згідно з наведеними нижче визначеннями.

**Предметна** (або класична) **картографія** визначається як мистецтва, науки і технології виготовлення і використання карт. (Системна або **геоматична** або просто) **картографія** – узгоджені та неузгоджені мистецтва, науки і технології виготовлення і використання карт і картографічних систем. **Картографічна система** визначається як пара  $(K, R)$ , де  $K$  – множина предметів, серед яких є карти, і  $R$  – множина відношень між цими предметами.

Визначення предметної картографії утворено уточненням терміна й узагальненням визначення, яке прийняте Міжнародною картографічною асоціацією: картографія є мистецтвом, наукою і технологією виготовлення і використання карт (<http://icaci.org/mission/>, доступ 2016-кві-19). Прикметник “предметна” уточнює термін “картографія” і звертає увагу на предмет дослідження – карти. Одночасно це визначення можна назвати визначенням класичної картографії. Цим самим ми вказуємо на наявність неklasичних картографій.

Результати роботи отримано за допомогою одного із методів реляційної картографії, який називається *методом концептуальних (понятійних) каркасів CoFr* (від **Conceptual Framework**). Концептуальні каркаси застосовуються передусім для опису і представлення “повних” структур картографічних систем. Прикметник “понятійний” записано в круглих дужках, щоб: 1) нагадати значення терміна “концептуальний”, оскільки унаслідок частого вживання це значення забувається; 2) вказати на те, що це все-таки уточнення, яке ми зазвичай опускаємо. Термін “повний” тут вказує на те, що картографічні системи не варто розуміти тільки як об’єкти, з якими працює кінцевий користувач. Наприклад, у випадку електронного атласу, крім об’єкта, записаного на CD/DVD, існує також об’єкт, який називається атласною інфраструктурою [11]. CoFr залежить від картографічної системи, до якої він застосовується. Крім того, у реляційній картографії існують ще й інші конструкції, які узагальнено називаються патернами. Спрощена схема застосування патернів показана на рис. 5.

Пояснимо цю схему на гіпотетичній задачі побудови просторового об’єкта Ставок А. Можемо починати “з нуля” і будувати ставок методом “проб і

помилко”. Однак цей метод дорогий і неякісний. Краще мати патерн ставка, який на рис. 5 показаний як параметризований клас `ptnСтавок`. Поняття патерна є широким. У випадку ставка під патерном можна розуміти проект ставка на папері або макет ставка, що описують клас об’єктів “Ставок”. Крім того, бажано мати реалізований зразок якогось ставка. У цьому випадку кажуть, що параметр патерна має початкове значення C-3. Для побудови ставка потрібні виконавці, які вміють будувати ставки. Але краще мати і виконавців, і інструкцію з побудови ставка. З цими вхідними елементами побудова конкретного ставка А буде і дешевшою, і якіснішою, причому кількість можливих виконавців і конкуренція значно збільшаться.



Рис. 5. Схема застосування CoFr, ptn – патерн

Об’єктами і класами у схемі рис. 5 можуть бути системи і логічні частини системи. Так, у цій роботі як `ptnСтавок` використовується концептуальний каркас CoFr, а як параметр патерна C-3 – розширений електронний атлас ЕЛНАУ, як ставка А – НПД України. Взагалі, метод CoFr доцільно застосовувати до так званих картографічних (інформаційних) систем (KaC) у широкому розумінні (KaCш). Ці системи є різновидами інформаційних систем у широкому розумінні, що визначаються так:

**Інформаційною системою у широкому розумінні (ICш)** є спільність усіх формальних і неформальних представлень даних та дій з ними в організації, включаючи асоційований з першим і другим взаємообмін, як внутрішній, так і із зовнішнім світом.

**Інформаційною системою у вузькому розумінні (ICв)** є основані на обчислювальній техніці підсистеми, що призначені для забезпечення реєстраційного та підтримувального сервісів для оперування і управління організацією [12].

Розширення поняття KaC потрібне для того, щоб мати змогу працювати з усіма елементами, з якими доводиться стикатися у діяльності зі створення і використання KaC. Крім того, існує вже багато сучасних картографічних явищ, які не є системами у

вузькому розумінні ICв/KaCв [5]. Ми не адаптували до KaCш/KaCв визначення ICш та ICв, вважаючи, що читачі самі зможуть це зробити. Наприклад, організація може бути віртуальною, а визначення ICв легко адаптувати і застосувати до картографічних продуктів кінцевого користувача. Так, ЕЛНАУ, що виготовлявся і розповсюджувався на DVD, є ICв, а артефакти проекту розроблення ЕЛНАУ відносяться до ICш. Зауважимо, що ІПД є ICш, яка може містити як кілька ICв, так і інші елементи.

Перший CoFr отримано абдуктивними міркуваннями на прикладі KaC спеціального виду – ЕЛНАУ [11]. Цей каркас перевірено на інших атласних системах (AtC), які ми розробили у минулому десятиріччі. Результати дали підстави зробити висновок про повторюваність CoFr ЕЛНАУ в усіх AtC так званого статичного класичного типу. “Статичний” тут значить, що кінцевий користувач AtC не може змінювати контент. “Класичний тип” означає, що AtC створили спеціалісти з “класичною” картографічною освітою. Інакше кажучи, ці спеціалісти дотримуються якоїсь “предметної” картографічної парадигми. І навіть більше, є докази, що CoFr, отриманий для ЕЛНАУ, є істинним (правильним) для усіх KaC статичного класичного типу. CoFr KaC статичного класичного типу показаний на рис. 6.

Грецькі букви  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  перед KaC позначають аплікаційну, концептуальну і загальну KaC відповідно. “Сусідні” KaC перебувають у відношенні класифікація ( $\llangle\text{instanceOf}\gg\rangle$ )/ екземплярізація ( $\llangle\text{instantiate}\gg\rangle$ ). Наприклад,

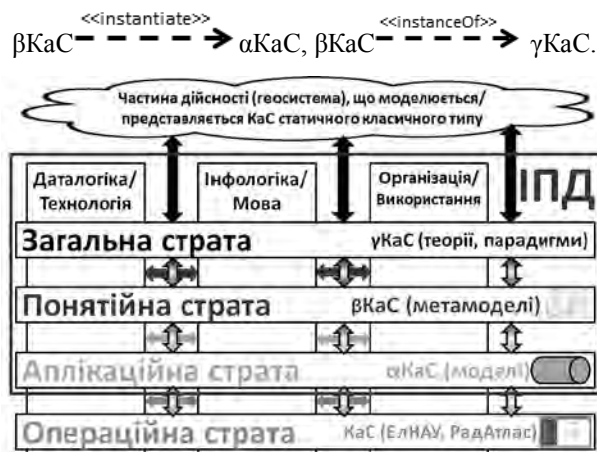


Рис. 6. CoFr KaC статичного класичного типу

Крім показаних на рис. 6 KaC, кожна зі страт містить багато інших елементів. Деякі з цих елементів (наприклад, моделі, метамоделі) показані в круглих дужках. Між елементами різних страт існують не тільки відношення класифікації/екземплярізації, але й інші. Цей факт показаний вертикальними двонаправленими об’ємними стрілками. Прикладом такого іншого відношення є загальніше відношення “мета”, що існує між моделями і метамоделями.

Вертикальними прямокутниками показані даталогічний, інфологічний та організаційний рівні. Вони ще називаються відповідно технологічним, мовним і організаційним контекстами. Між елементами різних страт/контекстів також існують двосторонні відношення. Прикладом такого відношення є трансформація/верифікація. Організаційний рівень/контекст ще називається світом використання.

Ієрархія страт побудована з погляду таких елементів, як системи, моделі, артефакти проекту розроблення тощо. Якщо розглянути страти з позиції світу використання, то можливо побудувати ешелоновану організаційну систему користувачів елементів відповідних страт. Це віртуальна ієрархічна система з дуже жорсткими відношеннями між ешелонами. До операційного ешелону (відповідає операційній страті) належать кінцеві користувачі КаС, до аплікаційного ешелону (відповідає аплікаційній страті) – розробники КаС. До інфраструктурного ешелону (відповідає концептуальній страті) належать так звані власники проекту (особи і/або організації, що виділяють кошти), вчені, що досліджували артефакти аплікаційного ешелону, а також розробники, що створювали інфраструктурні елементи. До загального ешелону (загальна страта) належать вчені, що створювали використані в КаС наукові знання, а також працівники освіти, які вчили усіх, хто задіяний на нижніх ешелонах. Описане у цьому абзаці показано на рис. 7 на прикладі ЕлНАУ.

Звертаємо увагу, що до інфраструктурного ешелону ЕлНАУ належать елементи, які усі дослідники зараховують до НІПД. Прикладом такого елемента є базова топографічна карта, що, як правило, не розробляється у кожному проекті створення КаС, а лише використовується (з перетвореннями) в аплікаційному ешелоні. Рис. 7 наведено, щоб частково обґрунтувати ланцюжок умовиводів CoFr ЕлНАУ → CoFr АтС → CoFr КаС. Тут зауважимо, що рис. 7 є справедливим для усіх інформаційних систем, а отже, і для КаС.



Рис. 7. CoFr КаС з погляду організаційних ешелонів

Вище описані двовимірні концептуальні каркаси CoFr у системі координат рівні (контексти) – страти

(або ешелони). Сучасні системи, до яких застосовуються CoFr, дуже швидко змінюються, причому деякі зміни є революційними. Тому ми ввели до розгляду третій вимір, який називається “формації”. Термін вибрано так, щоб відобразити революційність змін з переходом від однієї формації до іншої. Повну структуру CoFr для атласних систем наведено у роботі [27]. Тепер ми оперуємо з чотирма формаціями, що позначаються Веб 1.0, Веб 1.0<sup>2</sup>, Веб 2.0, Веб 3.0. Перші три формації (рис. 8Рис. 8) доволі детально описані у роботі [13].

Формація Веб 1.0<sup>2</sup> актуальна як для атласних систем, так і для ІПД. Для спрощеного її визначення скористаємося визначенням Веб 2.0 із O’Reilly Tim (2006-dec-10) Web 2.0 Compact Definition: Trying Again (<http://radar.oreilly.com/2006/12/web-20-compact-definition-try.html>, доступ 2016-бер-06): “Веб 2.0 є бізнес-революцією у комп’ютерній індустрії, що викликана рухом до Інтернету як платформи і спробами зрозуміти правила успіху на цій новій платформі. Головним із цих правил є: створювати аплікації, що використовують ефекти мережі для отримання якомога більшої кількості користувачів. (Це те, що я в іншому місці назвав “оволодіння колективним розумом”).

Формацію Веб 1.0<sup>2</sup> (яку ще можна позначити Веб 1.5) характеризують такі властивості: 1) використовуються веб-платформи, а колективний розум – ні; 2) динамічність – клієнтська частина КаСв (на відміну від КаСв формації Веб 1.0) надає можливість кінцевим користувачам змінювати контент. Прикладом такої КаСв є показаний на рис. 8 Атлас НС+ (Атлас Назвичайних Ситуацій України Веб 1.0+). Атлас НС+ ще називається динамічним Атласом НС. Його розроблено в Інституті Географії НАН України для роботи з потенційно небезпечними об’єктами; 3) мобільність – клієнтська частина КаСв має працювати, зокрема на мобільних пристроях, в режимі відключення від Інтернету.



Рис. 8. Формації CoFr (вказано напрям розвитку)

У роботі [14] за допомогою Методу CoFr Реляційної картографії отримано актуальну на 2017 р.

структуру НІПД України (рис. 9), що є сучасним варіантом Національної ГІС України (НГІС) – НГІС1.0x1.0. Сучасні варіанти трьох основних підсистем НГІС1 [4] позначено як ННГІС1.0x1.0 (Науково-навчальна підсистема НГІС), ВНГІС1.0x1.0 (Виробнича підсистема НГІС), УНГІС1.0x1.0 (Управлінська підсистема НГІС).

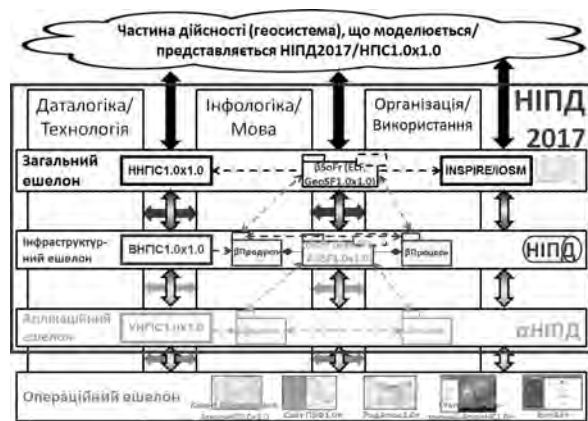


Рис. 9. Структура НІПД2017

Згідно з рис. 9 НІПД2017 є ешелюваною КаС у широкому розумінні. Три нові порівняно з НГІС1 елементи НІПД2017 мають такі значення: 1) INSPIRE - Infrastructure for Spatial Information in Europe, iOSM – інфраструктура OpenStreetMap, що містить платформу OSM [5], 2) βSoFr – головна тріада концептуальних каркасів рішень (Solutions Frameworks), наприклад, ELF (European Location Framework), GeoSF1.0x1.0 (GeoSolutions Framework Web 1.0<sup>2</sup>), 3) αSoFr – головна тріада аплікаційних каркасів рішень, наприклад, AtLSF1.0x1.0 (Atlas Solutions Framework Web 1.0<sup>2</sup>), GeoSF1.0. βSoFr і αSoFr описані далі. Пунктирні стрілки тут означають відношення залежності. Каркаси рішень можна розуміти як конструктори, що дають змогу конструювати продукти і процеси нижнього ешелону/страти стосовно знаходження вершини тріади. Так, вершина тріади βSoFr залежить як від ПІД INSPIRE/iOSM, так і від ННГІС1.0x1.0. Синій колір назви цієї вершини тріади означає тут її призначення задовольняти потреби нижньої страти. Елементи βSoFr і αSoFr забезпечують динаміку і розвиток НІПД України. Один з показаних на рис. 9 конструкторів αSoFr – GeoSF1 – описаний у роботі [15].

### Структурні принципи побудови ПІД

Отримані нами структурні принципи побудови ПІД є істинними для усіх ПІД, а не тільки для НІПД України, на прикладі якої ці принципи описуються. Крім того, вказані принципи є критичними і обов'язковими для врахування – ними не можна нехтувати через загрозу провалу реалізації ПІД. Нижче наводимо опис і додаткові до реляційної картографії доведення принципів 1–3. Принципи 1, 2

дають змогу вирішити описану вище проблему 1, принцип 3 – проблему 2. Через обмеження обсягу принципи 4 і 5 описуємо лише коротко.

### Принцип 1. Проектування, а не покращення

Автори брали участь особисто і ознайомились з результатами багатьох проектів міжнародної технічної допомоги Україні, що пов'язані з картографією і/або геоінформаційними системами. Один з таких проектів виконується в Україні сьогодні. Це україно-японський проект “Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні” [16]. Зауважимо, що маємо досвід участі у проекті з подібної тематики – україно-шведському проекті “Створення умов для впровадження НІПД в Україні, Фаза IV, 2000-2003” [15]. Тому наші висновки, крім теорії, підтверджені ще й практикою.

Мабуть, ми не будемо оригінальними, коли скажемо, що ефективність проектів міжнародної технічної допомоги, м'яко кажучи, низька. Дуже важко знайти результати такого проекту, якими українська сторона користувалась хоча б через кілька років після його закінчення. Пояснимо, чому, на нашу думку, є низькою ефективність цих проектів.

Усі проекти міжнародної технічної допомоги виконуються за однаковою схемою. Скажемо, українській стороні потрібна технічна допомога з якогось питання. Готуються технічні вимоги, в яких сказано щось на зразок “Нам потрібна НІПД (або кадастрова система, або геоінформаційна система для вирішення чорнобильських проблем тощо)”. Деталі таких вимог у цьому випадку не є суттєвими або найчастіше стосуються неістотних потреб. Держава-спонсор виділяє кошти і проводить тендер, який виграє “найкраща” компанія із країни-спонсора. Одним із головних критеріїв вибору переможця тендеру є досвід побудови подібної системи або її фрагмента у країні-спонсорі (або принаймні десь на Ямайці). Компанія-переможець починає реалізацію проекту в Україні найпростішим способом – адаптацією отриманих раніше рішень до умов України. Українська ж сторона не може вплинути на реалізацію передусім тому, що практичного досвіду щодо таких систем не має. Результат дивись вище.

Основною проблемою тут є підхід до побудови системи. Не маючи чітких і “правильних” вимог від української сторони, компанія-переможець із країни-спонсора свідомо або підсвідомо робить дві фундаментальні помилки:

- створює якийсь із об'єктів ВНГІС1.0x1.0 інфраструктурного ешелону (рис. 9). Створюваний об'єкт є аналогом відповідного об'єкта із країни-спонсора. Показане на рис. 9 “українське” оточення (вищий і нижчий ешелони) не враховується. Але те, що працює, наприклад, в Японії (або на Ямайці, хоча на Ямайці воно, швидше за все, теж не працює) без

додаткових умов майже напевне не працюватиме в Україні;

- ніколи в проектах міжнародної технічної допомоги ми не бачили у компанії-переможниці “класового” мислення, тільки “об’єктове”. На жаль, щоб із “об’єктового” мислення отримати “класові” результати, потрібно реалізувати дуже багато екземплярів об’єктів. Наведемо приклад із досвіду створення Національної кадастрової системи (НКС). У минулому в Україні реалізувалося кілька пілотних проектів побудови реєстраційних або кадастрових систем, об’єктом застосування системи був той чи інший район чи місто України. Але в Україні лише районів більше ніж 600. Зрозуміло, що пілоти для двох–трьох, навіть для десяти районів навряд чи могли вплинути (і не вплинули) на НКС загалом.

Тут варто звернутися до загальної теорії систем, у якій виділяються два основні способи побудови систем: покращення і проектування [17]:

- Термін “покращення” означає перетворення або зміну, які наближають систему до стандартних, або нормальних, умов роботи. Поняття “покращення системи” припускає, що система вже створена і послідовність її роботи встановлено. Методи, що використовуються для покращення систем, ґрунтуються на науковому методі, їх називають науковою парадигмою. Структурний аналіз є одним із таких методів.

- Процес проектування також передбачає перетворення і зміну, але настільки відрізняється від процесу покращення систем, що виникає необхідність підкреслити відмінності між ними за цілями, масштабами, методологією, етикою та результатами. Проектування – творчий процес, що ставить під сумнів передумови, покладені в основу старих форм. Основою методів, що застосовуються для проектування систем, є загальна теорія систем, вони відомі як системна парадигма.

На протигагу методології змін, яка називається покращенням систем, системний підхід є методологією проектування, що ґрунтується на таких положеннях:

1. Проблема визначається з урахуванням відношень з більшими (супер)системами, в які входить система, що розглядається, і з якими вона пов’язана спільністю цілей.

2. Цілі системи зазвичай визначаються не в межах підсистем, їх необхідно розглядати у зв’язку з більшими системами або із системою загалом.

3. Проекти слід оцінювати за ступенем відхилення системи від оптимального проекту.

4. Оптимальний проект неможливо отримати, вносячи невеликі зміни у прийнятті форми. Він ґрунтується на плануванні, оцінюванні та прийнятті таких рішень, які передбачають нові й позитивні зміни системи загалом.

5. Системний підхід і системна парадигма ґрунтуються на таких методах міркування, як індукція і синтез, які відрізняються від методів дедукції, аналізу і редукції, що використовуються для покращення систем.

Наведена на рис. 9 структура сучасної НІПД України отримана застосуванням методу концептуальних каркасів реляційної картографії за схемою із рис. 5. Якщо зафіксувати одну або кілька предметних картографічних парадигм, то матимемо системну картографію або системний (картографічний) підхід. Цей підхід є конкретизацією для картографічних систем описаного вище системного підходу і методології проектування [17].

Наведемо практичний приклад. По-перше, нам не хотілось би критикувати згаданий вище україно-японський проект, оскільки він, без сумніву, корисний для України і поки що не закінчився. По-друге, вкажемо на дві очевидні помилки в його реалізації, які призведуть до того, що результат проекту значно відрізнятиметься від заявленої мети – “Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні”:

1. У проекті належної уваги не звернуто на елементи загального ешелону, зокрема, INSPIRE.

2. Тестовим вибрано Вінницький район Вінницької області, для якого проводиться збирання високоточних даних із застосуванням аерофотознімання. Про недоліки об’єктового підходу і практики його застосування в міжнародних проектах до одного-двох із багатьох районів України ми писали вище.

Інакше кажучи, в україно-японському проекті “Створення НІПД в Україні” використано метод покращення систем, який до НІПД України не може бути застосований. Потрібно застосувати метод проектування – наприклад, реляційну або системну картографію. Так, для отримання показаної на рис. 9 структури НІПД2017 використано системний метод CoFr – ми виконали таку послідовність дій:

1. Визначили формацію, до якої належить НІПД1 (або НГІС1). Це формація Веб 1.0. До аналізу НІПД1 застосували CoFr КаС Веб 1.0, параметризований ЕлНАУ у широкому розумінні. Отримали системну структуру НІПД1.

2. Визначили формацію, до якої має належати сучасна НІПД України. Це формація Веб 1.0<sup>2</sup>. Здійснили системне перетворення структури НІПД1 на НІПД2017. Правило тут таке: “неможливо перескочити формацію”. Тому, зокрема, створити НІПД2.0 в Україні поки що нереально.

3. Перевірили міжстратові відношення для елементів ВНГІС1.0<sup>2</sup>, ННГІС1.0<sup>2</sup> і ВНГІС1.0<sup>2</sup>. Наприклад, для ВНГІС1.0<sup>2</sup> перевірили наявність відповідних елементів на вищій (ННГІС1.0<sup>2</sup>) і нижчій (УНГІС1.0<sup>2</sup>) стратах. Тут правило таке: “Якщо для елемента X якоїсь страти немає або незрозумілі відповідні

елементи вищої та нижчої страт, то елемент X не може бути створений”.

4. Для кожної із трьох страт (аплікаційна, концептуальна, загальна) проаналізували, які елементи відсутні у поточній структурі, але мають бути у фінальній структурі відповідно до вимог формації Веб 1.0<sup>2</sup>. Додали аплікаційні ( $\alpha$ SoFr) та понятійні ( $\beta$ SoFr) каркаси рішень.

5. Визначили межі системи і питання, які потрібно дослідити додатково.

**Принцип 2. Класифікація (федеративна система), а не генералізація (унітарна система)**

У роботі [18] на прикладі національних атласів України і Швейцарії ми пояснювали відмінності між двома видами внутрішньосистемного відношення узагальнення: класифікації та генералізації. У цьому параграфі міжсистемні відношення класифікації та генералізації використовуються для обґрунтування принципу 2. Принцип 2 застосовується для пояснення та побудови вертикальної ієрархії підсистем НІПД2017 – відношень між стратами/ешелонами, які зображаємо по вертикалі. Зокрема, між інфраструктурним і загальним ешелонами. Правда, відношення класифікації тут варто замінити загальнішим – відношенням “мета”.

У роботі [13] отримано загальну систематику “КаСш Атласні Базові Карти (АБК) Веб 2.0”. У контексті цієї роботи графічне представлення цієї систематики за фіксованої формації Веб 1.0<sup>2</sup> показано на рис. 10. Порівняно з цитованою роботою ми зробили три зміни: 1) “помістили” відповідні страти в контекст НІПД2017, 2) замінили ЕА/АтІС на НІПД2017/НГІС1.0<sup>2</sup> у “Частині реальності, що моделюється ...”, 3) ІСш замінили на КаСш. Ці зміни коректні з огляду на вищесказане.

Звертаємо увагу на праву і нижню частини рис. 10. Вони відображають виконану нами роботу щодо “абстрагування” конкретних систем представлення КаСш АБК та їх “надбудов” (ієрархій) в узагальнені системи представлення та їхні надбудови. У зв’язку з цим зробимо такі зауваження:

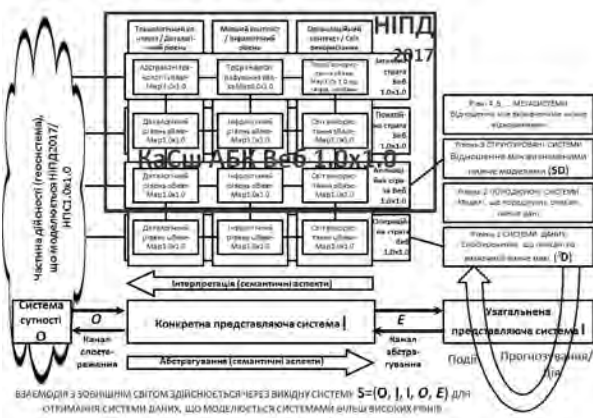


Рис. 10. Проекція Рівні-Страти на Формацію Web 1.0<sup>2</sup> для КаСш АБК Веб 2.0

• По-перше, ми не змогли “піднятися” на понятійну страту (інфраструктурний ешелон), залишаючись в “межах” однієї системи. В термінології використаної нами методології загальносистемної (структуралістської) теорії Дж. Кліра [19] для цього нам довелося б перевизначити вихідну систему  $S=(O, I, O, E)$  так, щоб вона забезпечувала даними базові карти різних масштабів. Але ж ми хотіли б мати одну, “найкращу” базову карту (елемент фундаментальних даних ПД), з якої можливо було б породжувати карти потрібних масштабів. Тобто базова карта понятійної страти навряд чи буде елементом, із якого будуть отримані “спеціалізації” базових карт для використання на нижніх стратах. Швидше за все, матимемо набір базових карт потрібних масштабів, а отже – дублювання інформації.

• По-друге, нам відомі роботи голландської картографічної школи щодо автоматизованої генералізації топографічної карти  $M=1:10,000$  в  $M=1:50,000$  [20]. Одразу зауважимо, що термін “автоматизована” відрізняється від терміна “автоматична”. Так, використовуючи автоматизовану генералізацію, “оператор X” повинен виконати близько сотні операцій. У нас виникло дуже суттєве запитання стосовно того, що могло б означити тут “X”. У цьому контексті звертаємо увагу на монографію [21], у якій розглянуто класи згаданих вище явищ, оскільки була введена міра.

• По-третє, у класичній картографії також є роботи, які визначають відношення “мета” між картографічними конструкціями. Йдеться про “метакартографію” [22] і [23]. Наприклад, Бунге будував ієрархію “до карти  $\updownarrow$  карти  $\updownarrow$  математика”, яка аналогічна відповідним ієрархіям страт/ешелонів.

Результати роботи [13] дають нам підстави застосувати загальну теорію систем до НІПД2017. Відповідно до цих результатів, можемо здійснити коректне абстрагування інформаційної (конкретної) системи НІПД2017 в загальну (узагальнену) систему і для останньої застосувати методи загальної теорії систем, щоб отримати вертикальні відношення ієрархічної багаторівневої системи. Здійснивши зворотну дію – інтерпретацію – робимо висновок про справедливість ієрархічних відношень для НІПД2017.

Один зі способів інтегрування кількох порівнюваних систем у більшу систему – створення структурованої системи. Цей спосіб ми застосували для побудови показаної на рис. 10 структурованої системи даних SD узагальненої базової карти. Цій системі відповідає структурована система даних чотирьох підсистем конкретної базової карти: 1) топографічної; 2) адміністративно-територіального поділу та адрес; 3) кадастрово-індексної; 4) аеро- та космічного знімання.

Інший спосіб інтегрування систем полягає у визначенні відповідної їм процедури заміни. Інтегровані у такий спосіб системи називаються метасистемами.



Термін “метасистема” оснований на префіксі “мета”, що має грецькі витоки. У грецькій мові він має три головні значення [19]:

1. “Мета X” є іменем чогось, що трапилось після X, тобто X є передумовою мета X.

2. “Мета X” вказує, що X змінюється і є іменем цієї зміни.

3. “Мета X” використовується як ім’я чогось, що вище за X у значенні вищої організованості, або вищого логічного типу, або розглядається із загальнішої перспективи (перевищує межі – *transcending*).

Термін “метасистема” у разі застосування до систем, що інтегруються за допомогою відповідної функції заміни, містить усі три смисли цього поняття. Зрозуміло, що (1) метасистема може бути визначена лише *після* визначення кількох інших типів систем; (2) це система, яка описує *зміну* – заміну однієї системи іншою, і (3) вона вище від окремих систем – процедура заміни робить її чимось більшим, ніж набір окремих систем.

Багато корисної для нас інформації про відношення “мета” міститься у монографії [24]; 256, рис. 11): “Діалектичне відношення існує між двома елементами кожної діади (об’єктний рівень  $\updownarrow$  метарівень, модель  $\updownarrow$  метамодель, світ  $\updownarrow$  метасвіт і т.д.), тому що кожен елемент, як кажуть, зароджується у досліджуваних системах різних рівнів абстракції або логіки... коли ми нехтуємо метарівнем, ми також залишаємо без уваги процес проектування, який відбувається на метарівні і на якому формулюються досліджувані системи нижнього рівня. Це нехтування може призвести до дисфункцій і збоїв системи” [24]; 257): “Імперативом метасистемної парадигми є вивчення кожної системи об’єктового рівня з зовнішньої точки зору, що, в даному випадку, ми називаємо метарівнем. Застосуванням цього імперативу є метамодельювання. Недостатньо тільки моделювати; ми повинні метамодельювати, тобто доповнити формулювання моделей дослідженням, яке підвищує рівень логіки й абстракції. Роблячи так, ми розглядаємо походження і основу нашого моделювання і формулюємо обґрунтування для своїх наукових тверджень. Невдачі в моделюванні (й у дисциплінах, які дотримуються традиційних форм моделювання) можна пояснити невідповідністю вимогам їх епістемологічного дослідження. Питання епістемології проектування є питанням панівної парадигми. Як показано на рис. 11, б, проектування і питання процесу проектування виникають у досліджуваних системах вищих рівнів абстракції.”

Отже, ми навели достатньо фактів, щоб обґрунтувати твердження “Загальний ешелон/страта є метасистемою інфраструктурного ешелону/концептуальної страти НППД2017 (рис. 9)”. Ієрархічна КаСш цих двох ешелонів/страт не може бути унітарною

інформаційною системою. Вона є федеративною інформаційною системою спеціального виду.

Метарівень	Метамодельювання	Метарівень	Теорія проектування
Об’єктний рівень	Моделювання	Об’єктний рівень	Проектування
Рівень втручання	Реальний світ	Рівень втручання	Реалізація проекту
<b>а</b>		<b>б</b>	

Рис. 11. Відношення між: а – моделюванням і метамодельюванням; б – проектуванням і теорією проектування

### Принцип 3. “Триконтекстна” гармонізація

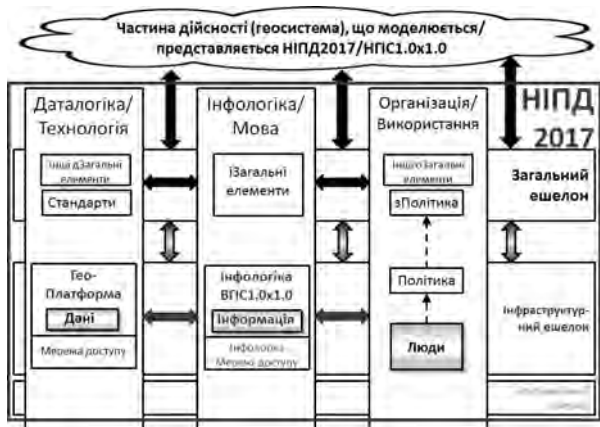
Дати відповіді на поставлені у проблемі 2 запитання може винесена в заголовок розділу так звана “триконтекстна” гармонізація. Так ми скорочено назвали показану на рис. 9 по “горизонтальній осі” конструкцію “Даталогічний рівень (Даталогіка) / Технологічний концепт (Технологія) ↔ Інфологічний рівень (Інфологіка) / Мовний контекст (Мова) ↔ Організаційний рівень (Організація) / Світ використання (Використання)”.

На рис. 12, а показано рівні: *д* – даталогічний, *і* – інфологічний, *о* – організаційний, *з* – загальний. Неформальне пояснення понять даталогічного та інфологічного рівнів подано на рис. 12, б. Зліва показано дерево змісту ЕлНАУ з погляду кібернетиків. Для них це XML-подібний файл, у якому є теги і атрибути тегів, що є “допустимими” з погляду програмного забезпечення. Значення тегів і атрибутів кібернетиків цікавить в другу чергу. Це даталогічний рівень або технологічний контекст. Картографів і географів навпаки – цікавить передусім змістова частина дерева змісту: ієрархія, назви розділів і карт, іконки, що застосовуються для позначення контенту тощо. Це – інфологічний рівень або мовний контекст.

Для формальнішого пояснення “триконтекстної” гармонізації скористаємося абстрактною архітектурою ІС, стандартизованою ISO (рис. 13, за [25]).

Елементи і відношення, показані пунктиром, є віртуальними. Звертаємо увагу на елементи інфологічного рівня. На практиці їм завжди приділяють менше уваги, ніж вони заслуговують. Наприклад, концептуальна схема дуже часто не розробляється, а розробник одразу розпочинає розроблення внутрішньої схеми і зовнішніх схем. На нашу думку, це саме можна сказати і про продуктову модель ППД (рис. 4).

Рекомендуємо ознайомитися з ([25]; 23–26), де описані взаємодія і значення показаних на рис. 13: *зовнішньої схеми, зовнішнього процесора, зовнішньої бази даних; концептуальної схеми, інформаційного процесора, інформаційної бази; внутрішньої схеми, внутрішнього процесора, внутрішньої бази даних.*



а



б

Рис. 12. “Триконтекстна” гармонізація НІПД

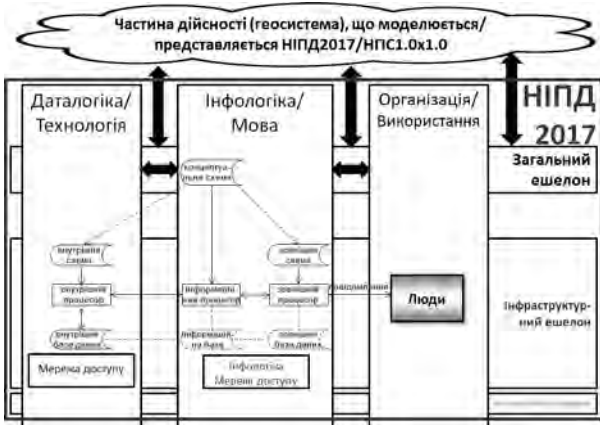


Рис. 13. Абстрактна архітектура ІС ІСО (синім; [25]) у структурі НІПД2017

Сучасні архітектури ІС розробляються з трьома логічними шарами: презентаційним, доменним і управління даними. Еквівалент зовнішнього процесора розташований у презентаційному шарі, інформаційний процесор – у доменному шарі, а внутрішній процесор – у шарі управління даними.

У комп’ютерній науці та практиці є багато доказів наявності й взаємозалежності показаних на рис. 13 елементів рівнів/контекстів [25–27]. І навіть більше, в усіх цитованих джерелах стверджується, що ці

елементи мають бути гармонізовані між собою в межах однієї страти/ешелону. В роботі [26] детально розглянуто природу і гармонізовану взаємодію елементів даталогічного, інфологічного та організаційного рівнів у межах однієї страти, а також взаємодію цих елементів з елементами метастрат. В роботі [27] автори ввели поняття світів, що взаємодіють між собою: системного (об’єднання даталогічного та інфологічного рівнів), використання (організаційний рівень), розробки (аплікаційна страта) і предметного (концептуальна страта). В роботі [25], крім наведеного вище опису по суті різнорівневих елементів і їх взаємодії (інформаційна система), детально розглянуто поняття метаінформаційної системи, що складається із елементів метастрати, і відношення цих елементів з показаними на рис. 13 елементами інформаційної системи.

Враховуючи той факт, що ми маємо справу з ПД як інформаційними (і навіть картографічними інформаційними) системами, вважаємо принцип триконтекстної гармонізації доведеним.

**Принцип 4. Відкриті рішення**

У роботі [5] розглянута еволюція найважливіших елементів технологічного контексту сучасних ПД – карто- і/або геоплатформ. Загальновідомим прикладом такої платформи є OpenStreetMap. Платформи “диктують”, які технології та засоби потрібно застосовувати в ПД.

Ми не маємо змоги приділити цьому принципу достатньо уваги, тому вкажемо лише на те, що існує багато аргументів на користь принципу використання відкритих рішень. Наведемо тільки два з них:

1. Картоплатформа Oskari, що використана у European Location Framework (ELF) INSPIRE, створена повністю на відкритих рішеннях.
2. В Україні поширений проект OpenStreetMap (OSM). Наприклад, Національна кадастрова система побудована на відкритих рішеннях, що істотно використовують елементи картоплатформи OSM.

На закінчення підрозділу зауважимо, що обидва наведені аргументи стосуються елементів загального ешелону/страти. Як доведено вище, елементи цієї страти визначально впливають на елементи інфраструктурного ешелону/понятійної страти.

**Принцип 5. Хоча б одна користувацька аплікація**

Необхідність мати хоча б одну користувацьку аплікацію (на рис. 9 це УНГІС1.0<sup>2</sup>) доводиться із залученням результатів роботи [3]. Зауважимо, що, хоч стаття опублікована у 1999 р., її зміст залишається актуальним. Наприклад, у 2009–2011 рр. ми виконували розроблення базової ГІС Укртелекому. Базова ГІС Укртелекому, згідно з термінологією Chan, Williamson, є корпоративною ПД. Під час цієї роботи у вказаному проекті ми мали змогу пересвідчитись на практиці, що основні положення цитованої роботи правильні.

У роботі [3] вперше наведено вертикальну ієрархію ПД і розглянуто нижній рівень цієї ієрархії – корпоративні ГС та ПД. Її резюме: “Стверджується, що корпоративна ГС є найнижчим рівнем в ієрархії інфраструктур просторових даних (ПД) по всьому світу. Отже, розвиток ПД може отримати вигоду з доброго розуміння природи і динаміки розвитку корпоративної ГС. Для полегшення цього взаємозбагачення різні визначення ГС коротко розглянуто в контексті організаційного оточення корпоративної ГС. Представлена високорівнева перспектива, яка описує корпоративну ГС як складену із модулів ГС, що відіграють ролі або інфраструктури, або бізнес-процесу. Модулі називаються *інфраструктурною ГС* і *ГС бізнес-процесів* відповідно, перший підтримує другий. Патерни розроблення ГС і деякі довгострокові характеристики корпоративної ГС ідентифіковані під час вивчення динаміки розроблення ГС у Департаменті природних ресурсів і охорони навколишнього середовища (DNRE – Department of Natural Resources and Environment) в уряді провінції (штату) Вікторія. Ці два аспекти природи корпоративної (ГС) можуть застосовуватися до ПД та їх розроблення. На основі досвіду розроблення ПД в Австралії, зокрема, у Вікторії, обговорюються наслідки спостереженої природи відношень ПД для управління ПД”.

У повному доказі принципу 5 ми доводимо, що користувачка аплікація (наприклад, корпоративна ГС) є обов’язковою для успішної реалізації не тільки ПД локального рівня, а й ПД усіх показаних на рис. 1 рівнів.

### Висновки

Нагадаємо [11], що ми використовуємо поняття патерна, визначеного як типове рішення типової проблеми у заданому контексті, й поняття каркаса, визначеного як архітектурний патерн, що застосовується до всієї системи або до важливої її логічної частини.

Ми застосували метод концептуальних каркасів CoFr реляційної картографії до неklasичного картографічного явища – інфраструктури просторових даних (ПД). ПД відповідає визначенню картографічної системи у широкому розумінні, тому структура кожної конкретної ПД відповідає CoFr. Завдяки цьому отримано п’ять структурних принципів ПД, обов’язкових для врахування у конкретних проектах.

Зокрема, принципи 1 (проекткування, а не покращення) і 2 (федеративна, а не унітарна система) деталізують “загальний патерн впливів і відношень рівнів ПД” [9]. Ці принципи узгоджені з термінологією і методами інформаційних систем, тому можуть називатися конструктивними і використовуватися на практиці – у проектах створення ПД. Принцип 3 (“триконтекстна” гармонізація) уточнює “продуктову модель ПД” [8], що робить вказану модель практично корисною.

### Література

1. Nedovich–Budich Z., Crompvoets J., Georgiadou Y. Introduction, pp. XI–XXIX // Nedovich–Budich Z., Crompvoets J., Georgiadou Y., Eds. Spatial Data Infrastructures In Context: North and South.– CRC Press, 2011.– 254 (290) p.
2. Masser I. GIS worlds: Creating spatial data infrastructures. – Redlands, CA: ESRI Press, 2005. (Mylopoulos, et al., 1990) Mylopoulos J., Borgida A., Jarke M., Koubarakis M. Telos: Representing Knowledge About Information Systems. – ACM Trans. On Inf. Systems, Vol. 8, No. 4, October 1990. – P. 325–362.
3. Chan T. O., Williamson I. P. Spatial data infrastructure management: lessons from corporate GIS development. – Proc. of AURISA'99. – 11 p.
4. Руденко Л. Г. Основи концепції багатопільової ГС України / Руденко Л. Г., Чабанюк В. С. // Український географічний журнал. – 1994. – № 3. – С. 22–33.
5. Chabaniuk V., Dyshlyk O. Relational Cartography: Research Subject // Ukrainian Geographical Journal. – 2016, No. 4. – P. 59–65.
6. Калянов Г. Н. CASE. Структурный системный анализ (автоматизация и применение) / Г. Н. Калянов. – М.: Лори, 1996. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: ([http://www.emanual.ru/download/www.eManual.ru\\_505.html](http://www.emanual.ru/download/www.eManual.ru_505.html), доступ 2017-лют-22).
7. Rajabifard A., Escobar F., Williamson I. P. Hierarchical Spatial Reasoning Applied to Spatial Data Infrastructures // Cartography. – Vol. 29, No. 2, December 2000. – P. 41–50.
8. Rajabifard A., Williamson I. P. Spatial Data Infrastructures: an initiative to facilitate spatial data sharing // Global Environmental Databases – Present Situation; Future Directions – Vol. 2. – Hong Kong: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS–WG IV/8), GeoCarto International Centre. – 30 p.
9. From Local to Global SDI initiatives: a pyramid building blocks / Rajabifard A., Williamson I. P., Holland P., Johnstone G. // Proc. of the 4th GSDI Conf., Cape Town, South Africa. – 12 p.
10. Rajabifard A. Critical issues in global geographic information management with a detailed focused on Data Integration and Interoperability of Systems and Data // Scoping Paper for the 2<sup>nd</sup> Preparatory Meeting of the Proposed UN Committee on Global Geographic Information Management. – New York, USA 10–11 May 2010. – 14 p.
11. Чабанюк В. С. Концептуальний Каркас Електронної версії Національного атласу України / Чабанюк В. С., Дишлик О. П. // Український географічний журнал. – 2014. – № 2. – С. 58–68.

12. Falkenberg E. D., Lindgreen P., Eds. *Information System Concepts: An In-depth Analysis*. – Amsterdam et al., North-Holland, 1989. – 357 p.
  13. Chabaniuk V., Dyshlyk O. *Atlas Basemaps in Web 2.0 Epoch*. – The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XLI-B4, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic. – P. 611–618.
  14. Сучасний погляд на Національну ГІС України (НГІС як НІПД) / Л. Руденко, В. Чабанюк, О. Дишлик // Український географічний журнал. – 2017, № 2.
  15. Дишлик О. П. Каркас георішень як спосіб побудови національної інфраструктури геопросторових даних / О. П. Дишлик, С. Ю. Марков, В. С. Чабанюк // Інженерна геодезія : наук.-техн. зб. – Вип. 49. – К.: КНУБіА, 2003. – С. 73–94.
  16. Карпінський Ю. О. Національна інфраструктура геопросторових даних України: Стан, проблеми, перспективи / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко // Презентація на GEOFORUM'2016, 13–15 квітня 2016 р., Львів–Брюховичі–Яворів. – 20 с.
  17. Ван Гиг Дж. Прикладная общая теория систем: в 2-х книгах: пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – Кн. 1. – 336 с., Кн. 2. – 733 с.
  18. Чабанюк В., Дишлик О. До питання реляційної картографії // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва: зб. наук. праць Західного геодез. товариства УТГК. – 2016. – Вип. II (32). – С. 114–123.
  19. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: пер. с англ. / Дж. Клир. – М.: Радио и связь, 1990. – 544 с.
  20. Fully automated generalization of a 1:50k map from 1:10k data // Stoter J., Post M., van Altena V., Nijhuis R., Bruns B. // *Cartography and Geogr. Inf. Science*. – 2014. – Vol. 41, No. 1. – P. 1–13.
  21. Yan H., Li J. *Spatial Similarity Relations in Multi-scale Map Spaces*. – Springer, 2015. – 188 (204) p.
  22. Бунге В. Теоретическая география: пер. с англ. / В. Бунге. – М.: Прогресс, 1967. – 279 с.
  23. Асланикашвили А. Ф. *Метакартография. Основные проблемы* / Асланикашвили А. Ф. – Тбилиси: Мецниереба, 1974. – 126 с.
  24. van Gigch J.P. *System design modeling and metamodeling*. – Springer. – 453 p.
  25. Olive A. *Conceptual Modeling of Information Systems*. – Springer, 2007. – 455 (471) p.
  26. Iivari J. Levels of abstraction as a conceptual framework for an information system, pp. 323–352 // Falkenberg E. D., Lindgreen P., Eds. *Information System Concepts: An In-depth Analysis*. – North-Holland, 1989. – 357 p.
  27. Rajabifard A., Binns A., Masser I., Williamson I. P. The role of sub-national government and the private sector in future SDIs // *Int. J. of Geogr. Inf. Science*, Vol. 20, Iss. 7. – P. 727–741.
  28. Чабанюк В. С. Сучасні підходи до розроблення електронних атласів у контексті “великих даних” / В. С. Чабанюк, О. П. Дишлик // Український географічний журнал. – 2015. – № 4. – С. 50–58.
- Обґрунтування структурних принципів побудови ІПД методами реляційної картографії**  
В. Чабанюк, О. Дишлик
- Методом концептуальних каркасів реляційної картографії визначено п'ять структурних принципів ІПД: 1 – проектування, а не покращення; 2 – федеративна, а не унітарна система; 3 – триконтекстна гармонізація; 4 – відкриті рішення, 5 – хоча б одна користувачка аплікація. Принципи 1, 2 деталізують “загальний патерн впливів і відношень рівнів ІПД”. Принцип 3 уточнює “продуктову модель ІПД”. Усі п'ять принципів обов'язкові для використання у конкретних проектах створення ІПД.
- Обоснование структурных принципов построения ИПД методами реляционной картографии**  
В. Чабанюк, О. Дышлык
- Методом концептуальных каркасов реляционной картографии получено пять структурных принципов ИПД: 1 – проектирование, а не улучшение; 2 – федеративная, а не унитарная система; 3 – трехконтекстная гармонизация; 4 – открытые решения, 5 – хотя бы одно пользовательское приложение. Принципы 1, 2 детализуют “общий паттерн влияний и отношений уровней ИПД”. Принцип 3 уточняет “продуктовую модель ИПД”. Все пять принципов являются обязательными для использования в конкретных проектах создания ИПД.
- Approval of structural principles of SDI construction by Relational cartography methods**  
V. Chabanyuk, O. Dyshluk
- 5 structural principles of SDI construction are received by Conceptual Frameworks method of Relational cartography. They are: 1 – design, not improvement; 2 – federated, not centralized system, 3 – threecontext harmonization; 4 – open solutions, 5 – as minimum one user application. Principles 1, 2 are detailing “general pattern of impacts and relations of SDI levels”. Principle 3 is specifying “Product-Based Model for SDI development”. All 5 principles are mandatory to use in concrete projects of SDI creation.