

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури



ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНИХ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

Рекомендовано вченою радою Київського національного університету будівництва і архітектури
як навчальний посібник для студентів спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій»



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ



Chemonics
Development works here.



Автори: **Ю.О. Карпінський**, д-р техн. наук, професор;
А.А. Лященко, д-р техн. наук, професор;
Н.Ю. Лазоренко, канд. техн. наук, доцент;
Д.О. Кінь, аспірант

Рецензенти: *К.Р. Третяк*, д-р техн. наук, професор,
Національний технічний університет “Львівська Політехніка”;
Л.М. Даценко, д-р геогр. наук, професор,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка;
О.С. Петраковська, д-р техн. наук, професор,
Київський національний університет будівництва і архітектури.

Затверджено на засіданні вченої ради Київського національного університету будівництва і архітектури, протокол № 4 від 14 квітня 2023 року.

О-75 **Основи створення інтероперабельних геопросторових даних.** / Ю. О. Карпінський та ін. – Київ: КНУБА, 2023. – 302 с.

ISBN 978-966-627-248-8

Розглянуто загальні організаційні та методичні засади створення інтероперабельних геопросторових даних для національної інфраструктури геопросторових даних. Наведено загальну структуру та компоненти національної інфраструктури геопросторових даних, законодавство та стандартизацію в сфері географічної інформації. Розглянуто загальну концепцію інтероперабельності геопросторових даних, методичні основи розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних, правила і технологію моделювання геопросторових даних, методику підготовки та порядок реєстрації метаданих на національному геопорталі.

Призначено для державних службовців та фахівців органів місцевого самоврядування, до посадових (службових) обов'язків яких належить забезпечення виконання функцій держателів геопросторових даних, та для студентів і аспірантів, які навчаються за спеціальністю 193 “Геодезія та землеустрій”.

УДК 004 : 910 : 528 (075)

ISBN 978-966-627-327-2

© Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко,
Н.Ю. Лазоренко, Д.О. Кінь, 2023
© КНУБА, 2023



USAID
ВІД АМЕРИКАНСЬКОГО НАРОДУ



Chemonics
Development works here.

Посібник створено та опубліковано завдяки підтримці американського народу, наданій через Агентство США з міжнародного розвитку (USAID) у рамках Програми USAID з аграрного та сільського розвитку (АГРО), яка реалізується компанією Chemonics International. Думка авторів не обов'язково є офіційною точкою зору USAID чи Уряду США.

ЗМІСТ

Вступ	7
-------------	---

РОЗДІЛ 1.

Нормативно-правове забезпечення у сфері національної інфраструктури геопросторових даних.....

9

1.1. Тенденції розвитку, загальна структура та компоненти національної інфраструктури геопросторових даних	10
1.1.1. Еволюція розвитку інфраструктур геопросторових даних	10
1.1.2. Ініціативи розвитку НІГД в Україні	13
1.1.3. Оцінка стану розвитку НІГД в Україні	15
1.1.4. Загальна структура та основні компоненти НІГД	20
1.1.5. Стандарти та технічні регламенти	25
1.2. Законодавство у сфері національної інфраструктури геопросторових даних.....	29
1.2.1. INSPIRE – Директива Європейського парламенту і ради ЄС	29
1.2.2. Структура, склад та зміст базового законодавства в сфері національної інфраструктури геопросторових даних.....	33
1.2.3. Закон України «Про публічні електронні реєстри»	43
1.3. Стандартизація географічної інформації	47
1.3.1. Організація стандартизації в сфері географічної інформації	47
1.3.2. Огляд комплексу стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформація/ Геоматика»	49
1.3.2. Огляд специфікацій і стандартів OGC	52
1.3.4. Національні стандарти України в сфері географічної інформації.....	53
1.4. Архітектура Національного геопорталу НІГД	60
1.4.1. Еталонна архітектура геопорталу OGC	60
1.4.2. Особливості реалізації геопорталу INSPIRE.....	62
1.4.3. Структура, склад та функції сервісів Національного геопорталу НІГД	63
Підсумки та загальні висновки.....	70
Запитання для самоконтролю	72

РОЗДІЛ 2.

Геопросторові дані та принципи забезпечення їх інтероперабельності

73

2.1. Види геопросторових даних та їх використання в ГІС	74
2.1.1. Загальні відомості про ГІС та геопросторові дані	74
2.1.2. Базові типи геопросторових даних	77
2.1.3. Властивості векторних даних.....	80
2.1.4. Властивості растрових даних	86
2.2. Бази геопросторових даних	88
2.2.1. Типова структура баз геопросторових даних.....	88
2.2.2. Класи геометричних об'єктів в моделях геопросторових даних.....	91
2.2.3. Просторові оператори і функції баз геопросторових даних	95
2.2.4. Просторові індекси	101
2.3. Геоінформаційні продукти НІГД.....	104
2.3.1. Види геоінформаційних продуктів і технологічні схеми їх використання в НІГД.....	104
2.3.2. Виклики щодо забезпечення інтероперабельності геоінформаційних продуктів НІГД	108
2.4. Принципи та методи забезпечення інтероперабельності геопросторових даних.....	112
2.4.1. Контексти терміну «інтероперабельність»	112
2.4.2. Еталонна модель інтероперабельності	114

2.4.3. Сервіс-центричний підхід до забезпечення інтероперабельності в НІГД.....	118
2.4.4. Інформаційно-центричний підхід до забезпечення інтероперабельності компонентів НІГД.....	119
2.4.5. Система єдиних вимог до сумісності геопросторових даних.....	121
Підсумки та загальні висновки.....	124
Запитання для самоконтролю.....	126

РОЗДІЛ 3.

Методичні основи розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних.....

127

3.1. Структура та вимоги до змісту специфікацій для наборів геопросторових даних.....	128
3.1.1. Призначення специфікації.....	128
3.1.2. Структура та нормативне забезпечення специфікацій.....	131
3.1.3. Вимоги до змісту розділів специфікацій.....	133
3.1.4. Досвід розроблення та використання специфікацій даних INSPIRE.....	141
3.1.5. Етапи розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних НІГД.....	144
3.2. Методика розроблення каталогу об'єктів наборів геопросторових даних.....	147
3.2.1. Призначення каталогу геопросторових об'єктів.....	147
3.2.2. Нормативне забезпечення розроблення каталогів.....	149
3.2.3. Структура та загальні вимоги до каталогу.....	150
3.2.4. Вимоги до елементів основного вмісту каталогу об'єктів.....	153
3.2.5. Приклади подання основного вмісту каталогів об'єктів.....	157
3.3. Методика визначення вимог до якості геопросторових даних.....	160
3.3.1. Визначення та зміст категорії якості геопросторових даних.....	160
3.3.2. Компоненти якості геопросторових даних за фазами їх життєвого циклу.....	164
3.3.3. Концептуальна модель якості геопросторових даних.....	166
3.3.4. Елементи якості геопросторових даних.....	169
3.3.5. Міри якості геопросторових даних.....	173
3.3.6. Процедури, методи та процес оцінювання якості.....	177
3.3.7. Принципи визначення вимог до якості даних у специфікації геопросторових даних.....	180
Підсумки та загальні висновки.....	183
Запитання для самоконтролю.....	184

РОЗДІЛ 4.

Технологія моделювання геопросторових даних.....

185

4.1. Структура та принципи моделювання геопросторових даних для НІГД.....	187
4.1.1. Основні визначення та рівні моделювання геопросторових даних.....	187
4.1.2. Вимоги до набору геопросторових даних.....	189
4.1.3. Визначення та принципи концептуального моделювання геопросторових даних.....	192
4.1.4. Визначення прикладної схеми та етапи її створення.....	195
4.1.5. Досвід розроблення прикладних схем в специфікаціях INSPIRE.....	197
4.2. Технологія та правила моделювання геопросторових даних відповідно до ДСТУ 8774:2018.....	200
4.2.1. Технологічна схема моделювання геопросторових даних.....	200
4.2.2. Визначення загальної об'єктної моделі, її мета та основна структура.....	203
4.2.3. Склад просторової схеми та правила її подання.....	205
4.2.4. Склад часової схеми та правила її моделювання.....	210
4.2.5. Склад та геометрія покриття та правила його моделювання.....	211

4.3. Концептуальне моделювання інструментальними засобами з використанням мови UML	215
4.3.1. Загальні відомості про мову UML.....	215
4.3.2. UML-нотації: елементи та їх призначення	217
4.3.3. Аналітичний огляд інструментальних засобів для розробки UML-діаграм класів об'єктів	221
4.3.4. Досвід розроблення діаграм пакетів і класів об'єктів для моделювання типів об'єктів	227
4.4. Вимоги до забезпечення сумісності наборів геопросторових даних	231
4.4.1. Визначення поняття сумісності та цілісності набору геопросторових даних	231
4.4.2. Визначення топологічних відношень між типами об'єктів.....	235
4.4.3. Визначення топологічної узгодженості набору геопросторових даних	238
4.4.4. Класифікація ідентифікаторів та їх застосування	239
4.4.5. Визначення доменної цілісності та використання класифікаторів на основі «CodeList».....	242
4.4.6. Визначення посилальної цілісності на основі ідентифікаторів	243
Підсумки та загальні висновки.....	244
Запитання для самоконтролю	246

РОЗДІЛ 5.

Методика підготовки та порядок реєстрації метаданих на національному геопорталі.....	247
5.1. Призначення та структура метаданих геоінформаційних ресурсів НІГД.....	248
5.1.1. Основні терміни та визначення метаданих.....	248
5.1.2. Призначення метаданих у НІГД	250
5.1.3. Нормативно-правове та методичне забезпечення метаданих.....	252
5.1.4. Уніфікація метаданих на основі міжнародних стандартів	253
5.2. Профілі та елементи метаданих геоінформаційних ресурсів НІГД	260
5.2.1. Принципи створення профілів стандартів.....	260
5.2.2. Профіль INSPIRE: особливості, призначення та реалізація	262
5.2.3. Профілі НІГД для підтримки метаданих геоінформаційних ресурсів	264
5.2.4. Склад профілів НІГД	265
5.2.5. Інструментальні засоби для підтримки і формування метаданих	269
5.3. Життєвий цикл метаданих геопросторових даних та геоінформаційних сервісів	274
5.3.1. Процес формування метаданих	274
5.3.2. Задачі держателя щодо формування метаданих	277
5.3.3. Процес валідації метаданих.....	278
5.3.4. Процес оновлення метаданих	279
5.3.5. Процес публікування метаданих в мережі Інтернет	280
5.4. Порядок формування метаданих геоінформаційних ресурсів на пілотному проєкті національного геопорталу	283
5.4.1. Відповідальні за формування та реєстрацію метаданих.....	283
5.4.2. Відповідальні за визначення складу метаданих	284
5.4.3. Вимоги до формування метаданих геоінформаційних ресурсів	284
5.4.4. Методика формування метаданих геоінформаційних ресурсів на пілотному проєкті національного геопорталу	285
Підсумки та загальні висновки.....	290
Запитання для самоконтролю	291
Список літератури.....	292
Глосарій	297

ВСТУП

Навчальний посібник підготовлено відповідно до розділів Спеціальної професійної (сертифікатної) програми підвищення кваліфікації «Основи створення інтероперабельних геопросторових даних для розвитку національної інфраструктури геопросторових даних» Шифр програми: СП/2023/001.

Прийняття Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та постанови Кабінету Міністрів «Про затвердження порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних» заклали нормативно-правові основи розбудови сучасної системи виробництва, постачання та використання геопросторових даних в різних сферах діяльності.

В преамбулі Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» визначено, що створення НІГД *«спрямовано на забезпечення ефективного прийняття органами державної влади та органами місцевого самоврядування управлінських рішень, задоволення потреб суспільства в усіх видах географічної інформації...»*. **Реалізація цього завдання можливе лише за умови виробництва інтероперабельних геопросторових даних та надання широкого доступу до них в середовищі НІГД.**

Одним з ключових суб'єктів національної інфраструктури геопросторових даних є держатель геопросторових даних - орган державної влади, орган місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, що замовляє, отримує та/або володіє геопросторовими даними та метаданими. Важливим є те, що держатель хоч і не виробляє безпосередньо геопросторових даних, але виконує непросту роль Замовника. До повноважень держателів даних у сфері національної інфраструктури геопросторових даних належать:

- 1) забезпечення замовлення, створення, використання, оновлення, оприлюднення та виконання інших дій з геопросторовими даними та метаданими для відповідної галузі, сфери чи території;
- 2) забезпечення актуальності, достовірності, обґрунтованості, повноти, точності, відкритості, інтероперабельності геопросторових даних та метаданих;
- 3) забезпечення доступу до своїх геопросторових даних та метаданих, інформаційної взаємодії з іншими держателями даних, у тому числі за допомогою сервісів геопорталів.

У навчальному посібнику розглянуто загальні організаційні та методичні засади створення інтероперабельних геопросторових даних для НІГД, а саме:

- тенденції розвитку, загальна структура та компоненти національної інфраструктури геопросторових даних, законодавство в сфері НІГД, стандартизація географічної інформації та архітектура Національного геопорталу;
- загальна концепція інтероперабельності геопросторових даних, що охоплює види та основні властивості геопросторових даних, бази геопросторових даних, види та особливості геоінформаційної продукції, еталонну модель інтероперабельності геопросторових даних, принципи, методи та засоби забезпечення інтероперабельності геопросторових даних;
- методичні основи розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних, вимоги до структури та змісту розділів специфікацій, методика розроблення каталогу об'єктів наборів геопросторових даних та методика визначення вимог до якості геопросторових даних;

- правила і технологія моделювання геопросторових даних, інструментальні засоби концептуального моделювання геопросторових даних з використанням мови UML та вимоги до забезпечення сумісності наборів геопросторових даних
- призначення та структура метаданих геоінформаційних ресурсів НІГД, профілі та елементи метаданих геоінформаційних ресурсів, життєвий цикл метаданих геопросторових даних та геоінформаційних сервісів, методика підготовки та порядок реєстрації метаданих на національному геопорталі.

Основна мета цього навчального посібника полягає у формуванні у посадових осіб, які виконують функції держателів геопросторових даних, компетентностей та знань, достатніх для організації та управління процесами зі створення інтероперабельних геопросторових даних, специфікацій та їх метаданих, а саме:

- знання законодавчого та нормативно-технічного забезпечення діяльності в сфері національної інфраструктури геопросторових даних, складу компонентів і технічної архітектури НІГД;
- знання змісту поняття інтероперабельності у нормативному, інституційному і технологічному забезпеченні, методів і засобів її досягнення у НІГД;
- знання призначення, складу та основних положень національних і міжнародних стандартів, пов'язаних із процесами створення, постачання та використання інтероперабельних геопросторових даних НІГД;
- знання призначення, структури та змісту специфікацій та метаданих для наборів геопросторових даних, основні етапи і вимоги до моделювання геопросторових даних, вимог до якості даних, їх цілісності та сумісності.
- уміння використання технології та правил моделювання геопросторових даних для використання у геоінформаційних системах відповідно до вимог міжнародних та національних стандартів і положень INSPIRE;
- уміння аналізувати сферу, у якій здійснює діяльність посадовець, з метою створення специфікації геопросторових даних, прикладної схеми та каталогу об'єктів.
- застосовування методології модельно-керованої архітектури під час реалізації інформаційних систем та баз геопросторових даних.
- уміння розроблення специфікації геопросторових даних, каталогу об'єктів та їх атрибутів, прикладні схеми наборів геопросторових даних та реєстрації та оновлення метаданих на національному геопорталі НІГД.

П.1.2.3 Закон України “Про публічні електронні реєстри” написаний Є.С. Бердніковим.

Навчальний посібник призначений для:

- **державних службовців та фахівців органів місцевого самоврядування**, до посадових (службових) обов'язків яких належить забезпечення виконання функцій держателів геопросторових даних, впровадження і використання сучасних геоінформаційних технологій в системі підготовки прийняття управлінських рішень;
- **студентів та аспірантів**, які навчаються за спеціальністю 193 “Геодезія та землеустрій” та іншими спеціальностями, освітні програми яких містять компоненти щодо геопросторових даних та їх використання в середовищі НІГД.

Також, навчальний посібник може бути корисним для виробників геопросторових даних, що здійснюють виробництво та/або оновлення геопросторових даних і метаданих.

РОЗДІЛ 1.



**НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
У СФЕРІ НАЦІОНАЛЬНОЇ
ІНФРАСТРУКТУРИ
ГЕОПРОСТОРОВИХ
ДАНИХ**

1.1. Тенденції розвитку, загальна структура та компоненти національної інфраструктури геопросторових даних

1.1.1. Еволюція розвитку інфраструктур геопросторових даних

За майже тридцять років, відколи було сформульовано концепцію, структуру та методологію створення інфраструктури геопросторових даних (ІГД), у більшості країн світу реалізовано програми розбудови ІГД на національному, регіональному та місцевому рівнях. Сучасні ІГД перетворюються на платформи інтегрування усіх ланок виробництва, постачання і використання геоінформаційних ресурсів для прийняття управлінських рішень у різних сферах.

Узагальнено можна визначити, що Національна інфраструктура геопросторових даних – це комплексне національне рішення для забезпечення простого, оперативного та ефективного доступу до географічної інформації в мережі геопорталів.

Проста у використанні ІГД – це надскладна система, в якій застосовуються найсучасніші інформаційно-комунікаційні технології, сховища геопросторових даних, а її створення і повноцінне функціонування потребують належного правового регулювання, значних фінансових та людських ресурсів, зокрема підготовлених фахівців у сфері сучасних геоінформаційних технологій.

Попри спільність концепцій і технологічних рішень компонентів НІГД, кожна країна реалізує та використовує їх по-різному, залежно від конкретних інституційних, економічних, соціальних і технологічних передумов, а також від рівня усвідомлення владними структурами та суспільством значущості геопросторових даних та ГІС для економіки та сталого розвитку країни.

Разом із цим, ІГД – це динамічна, ієрархічна та мультидисциплінарна концепція, яка постійно розвивається та удосконалюється як під впливом технологічних інновацій, так і зі збільшенням обсягів масивів геопросторових даних та зростанням потреб суспільства в них [56]. У еволюції ІГД розвинених країн вирізняють три покоління ІГД [83]. (Рис. 1.1)

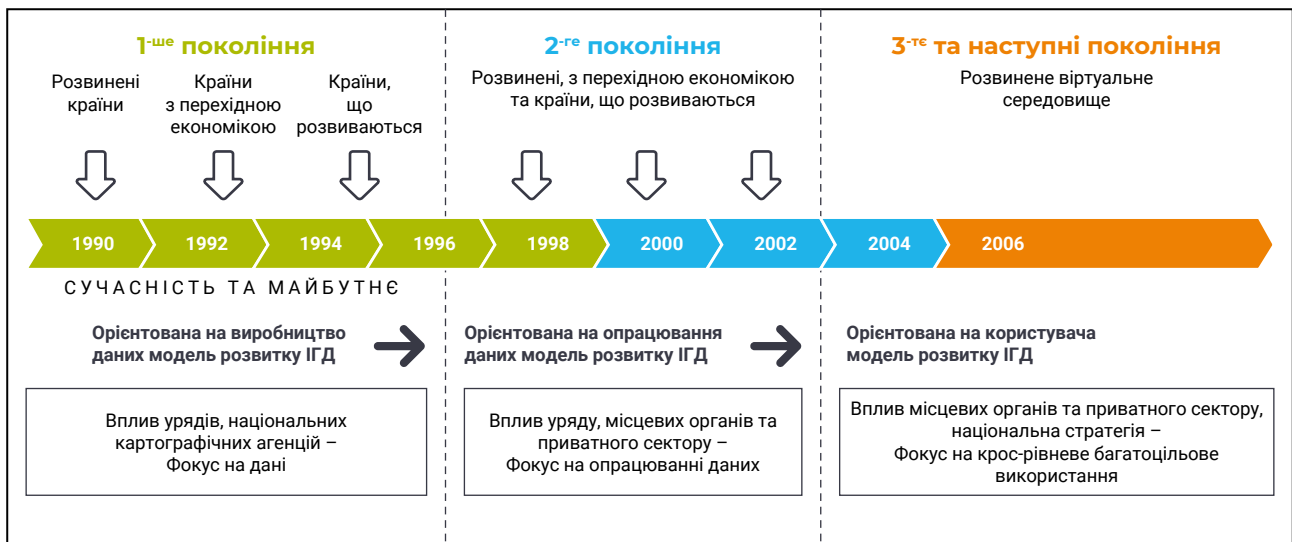


Рис.1.1. Покоління розвитку інфраструктур геопросторових даних
Адаптовано авторами джерело:[83]

- **ІГД першого покоління (1990–1998 рр.)** були зорієнтовані на дані та зосереджувалися переважно на технологічних питаннях гармонізації даних, стандартизації метаданих і веб сервісів для виявлення, візуалізації та завантаження даних, що продукуються в державному секторі. Ініціативи щодо створення ІГД та координація взаємодії виробників даних були зосереджені переважно в центральних органах влади, зокрема національних службах із геодезії та картографії.
- **ІГД другого покоління (2000–2006 рр.)** зосереджується на процесах підтримання даних в актуальному стані та їх використання у різних сферах як на загальнодержавному рівнях; реалізації програм зі створення інтероперабельних геопросторових даних у різних галузях, а також на регіональному і місцевому рівнях. Ініціативи керівників окремих секторів економіки, органів місцевого самоврядування, партнерських груп націлені на багаторазове використання геопросторових даних для вирішення різних прикладних завдань на різних рівнях.
- **ІГД третього покоління (з 2007 р.)** орієнтовано на користувача та розвивається як платформа геоінформаційно забезпеченого суспільства на основі технології GeoWeb 2.0, що забезпечує можливість користувачам взаємодіяти та співпрацювати між собою як творцям вмісту у віртуальному середовищі інфраструктури. До них належать урядові та приватні ініціативи, наприклад, Google Maps та джерела даних Crowdsourcing. Офіційні урядові, регіональні та місцеві геопортали доповнюються функціями зворотного зв'язку із користувачами для актуалізації даних та надання послуг е-урядування із використанням геопросторових даних.

Важливим аспектом сучасних ІГД є створення та поширення відкритих даних, доступних для прямого завантаження через корпоративні геопортали наприклад, Open Street Map, ESRI тощо. Спостерігається тенденція надання геопросторовим даним, виробленим у державному секторі, статусу відкритих урядових даних для вільного завантаження із офіційних урядових вебпорталів.

ІГД сьогодні розглядають не тільки як одну із теоретичних концепцій, але й як:

- сучасну парадигму геоінформаційних технологій сукупність цінностей, методів, підходів, технологічних навичок та засобів дослідження геосистеми;
- науково обґрунтовану, прийняту та практично реалізовану в більшості країн світу методологію організації виробництва геопросторових даних для забезпечення потреб сучасного суспільства в геоінформаційних ресурсах та послугах;
- сукупність стандартів, що охоплюють усі процеси збирання, виробництва та використання геопросторових даних;
- множину напрацьованих інституційних, правових та програмно-технологічних рішень у сфері ІГД;
- сотні геопорталів національних, регіональних, місцевих, галузевих / видових інфраструктур геопросторових даних.

Остання тенденція зафіксована в інформації як вимога щодо якості геопросторових даних для систем прийняття рішень, щодо організації процесів ІГД, щодо застосування геоінформаційних систем за принципами:



Найціннішим джерелом досвіду, безсумнівно, є реалізація ІГД країн ЄС – INSPIRE. Окрім ключової ідеї вдосконалення обміну даними, у INSPIRE вирішено надскладне завдання – забезпечення умов для досягнення інтероперабельності створених геоінформаційних ресурсів за допомогою розроблення докладних специфікацій для 34 тем геопросторових даних, метаданих і гео-сервісів. Серія стандартів ISO 19100 “Geographic Information / Geomatics” та стандарти Відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium – OGC) стали основою для цих величезних зусиль. Створено великий обсяг стандартизованих наборів геопросторових даних і метаданих для обслуговування транскордонних програм охорони і моніторингу довкілля та інших секторів економіки. Разом з цим, виявилася проблема топологічної узгодженості наборів даних різних тем, а завдання повного узгодження даних було перенесено із 2016 на 2020 р. [81].

На міжнародному рівні зріс інтерес до ІГД як ключового засобу підтримки сталого розвитку. Економічна та соціальна рада ООН (ECOSOC) у липні 2011 р. створила Комітет експертів ООН з управління глобальною геопросторовою інформацією (UN-GGIM) [UN, 2011]. Цей комітет за останні роки напрацював низку методичних матеріалів та рекомендацій щодо посилення інституційних механізмів управління геопросторовою інформацією, настанов і стандартів для забезпечення сталого розвитку ІГД та інтероперабельності геопросторових даних. Особливу увагу в своїй діяльності Комітет ООН приділяє розвитку НІГД у країнах, що розвиваються, та у країнах з перехідною економікою для подолання “геопросторового розриву” в рівні використання географічної інформації в цих країнах порівняно із країнами з розвиненими економіками в контексті цілей сталого розвитку [UN-GGIM, 2018]

1.1.2. Ініціативи розвитку НІГД в Україні

В процесі формування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних в Україні можна зазначити такі основні ініціативи та проекти:

- липень 1992 р. ● Створення Державної комісії з ГІС при Кабінеті Міністрів України;
- 1992-1993 рр. ● Розроблення проєкту «Концепції багатocільової Національної ГІС України» ;
- 1995 р. ● Створення Технічного комітету стандартизації ТК 103 «Географічна інформація/геоматика»;
- 1995-2000 рр. ● Реалізація «Державної програми з цифрового картографування України»;
- 2000-2003 рр. ● Українсько-шведський проєкт «Створення умов для впровадження національної інфраструктури геопросторових даних в Україні»;
- 2004 р. ● Створення Геопорталу дослідної картографічної мережі України (uamap.net);
- 2006 р. ● Розроблення Техніко-економічної доповіді по формуванню НІГД України та видання монографії “Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. Ю. Карпінський, А. Лященко – К.: НДІГК, 2006. – 108 с.[52];
- 2007 р. ● Завершення робіт зі створення Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000;
- 29.11.2007 р. ● Розпорядження КМУ № 1021-р «Про схвалення Концепції проєкту Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних»;
- 2008 р. ● Розроблення проєкту Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних»;
- 2011 р. ● Прийняття основоположного Національного стандарту України ДСТУ ISO 19101:2009 “Географічна інформація / Еталонна модель”, гармонізованого з відповідним стандартом серії стандартів ISO 19100 “Geographic Information / Geomatics”;

- 2012 р.** ● Відкриття Геопорталу “Адміністративно -територіальний устрій України” та Геопорталу “Державна геодезична мережа України”;
- 2012 р.** ● Відкриття Геопорталу Державного земельного кадастру “Публічна кадастрова карта”;
- 2015-2017 рр.** ● Реалізація українсько-японського проєкту «Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні» між Держгеокадастром та японським Агентством міжнародного співробітництва JICA “Створення Національної інфраструктури геопросторових даних в Україні”;
- 2017 р.** ● Прийняття 14-ти базових міжнародних стандартів серії ISO 19100 “Geographic Information / Geomatics” як національних стандартів України
- 2017 р.** ● Утворення Ради з національної інфраструктури геопросторових даних – колегіального дорадчого органу при Кабінеті Міністрів України;
- 2018 р.** ● Прийняття основоположного національного стандарту ДСТУ 8774:2018 “Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних”
- 2018-2020 рр.** ● Створення Основної державної топографічної карти України в масштабі 1: 50 000 в результаті виконання українсько-норвезького проєкту “Карти для сприяння належному управлінню землями” Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру та Картографічної служби Королівства Норвегія – Statens Kartverk;
- 13.04.2020 р.** ● Прийняття Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних».
- 2020-2021 р.** ● Реалізація “Пілотного проєкту щодо запровадження національної інфраструктури геопросторових даних” у відповідності до постанови Кабінету Міністрів України від 12 лютого 2020 р. № 134
- 26.05.2021 р.** ● Прийняття постанови Кабінету Міністрів України від 26 травня 2021 р. за № 532 «Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних»;
- 10.11. 2021 р.** ● Прийняття наказу Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року № 347, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 12 січня 2022 р. за № 21/37357 “Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних”;
- 2022 р.** ● Розроблення за сприяння Програми USAID з аграрного і сільського розвитку (АГРО), яка виконується компанією Chemonics International, Технічного завдання “Створення національного геопорталу Національної інфраструктури геопросторових даних”.

Треба зазначити, що в Україні в різних галузях, в державних адміністраціях різного рівня, в органах місцевого самоврядування, в кадастрових та інформаційних центрах започатковані та реалізуються проекти створення геоінформаційних систем різного проблемного спрямування і територіального охоплення. Об'єктивно зростають обсяги геопросторових даних та суспільні витрати на їхнє виробництво, супроводження і використання. Варто також відзначити певні досягнення в забезпеченні доступу до геопросторових даних в мережі Інтернет, зокрема це геопортали містобудівного кадастру регіонального та місцевого рівнів в 12 областях та 34 містах обласного значення. Під час реалізації Пілотного проекту Національної інфраструктури геопросторових даних було організовано інформаційну взаємодію з держателями геопросторових даних загальнодержавного та місцевого рівнів, а саме: ДП «Центр ДЗК», Білоцерківською, Житомирською, Львівською, Маріупольською та Миколаївською міськими радами.

1.1.3. Оцінка стану розвитку НІГД в Україні

У серпні 2018 року Комітетом експертів ООН з управління глобальною геопросторовою інформацією (Global Geospatial Information Management -UN-GGIM) була прийнята Система інтегрованої геопросторової інформації (Integrated Geospatial Information Framework –IGIF. Система інтегрованої геопросторовою інформацією включає Методологію (надалі Методологія IGIF) та відповідний аналітичний набір інструментів для підтримки використання Системи інтегрованої геопросторової інформації ООН та поступового створення інфраструктур геопросторових даних, адаптованих до конкретних країн та пріоритетів (www.wbgkggtf.org/node/3547). Система інтегрованої геопросторової інформації ООН забезпечує основу для прийняття управлінських рішень при розробленні та інтеграції геопросторової інформації та відповідних ресурсів в усіх країнах. Це сприяє зусиллям країнам подолати геопросторовий інформаційний розрив і забезпечити соціально-економічний прогрес. Оцінка поточного стану розвитку інфраструктур геопросторових даних за Методологією IGIF “допомагає” виявити “слабкі” місця та визначити пріоритетні напрями, на які треба спрямувати зусилля, необхідні для підвищення рівня створення, впровадження, розвитку та підтримки національної системи управління геопросторовою інформацією. Особливістю Методології IGIF є можливість її застосування для оцінки стану розвитку інфраструктури геопросторових даних не тільки країн в цілому, але й окремих галузей економіки, адміністративно-територіальних утворень, окремих територій і підприємств.

Методологія IGIF реалізована як інструмент діагностики – один з численних аналітичних інструментів у складі методології Світового банку з впровадження інфраструктури геопросторових даних за допомогою Рамкової програми інтегрованої геопросторової інформації (IGIF). Першочерговим призначенням окресленого інструмента діагностики є збір необхідної інформації для здійснення статистичного аналізу базового плану і поточного стану розвитку інфраструктури геопросторових даних.

Основою інструменту діагностики є експертна оцінка стану розвитку інфраструктур геопросторових даних за 98 індикаторами, сформованими за 9-тю стратегічними напрямками (www.wbgkggtf.org/node/3547) (рис. 1.2). Для забезпечення достовірності виконаної оцінки залучається широке коло спеціалістів, які представляють різні точки зору, від уряду до приватного сектора, держателів, виробників та користувачів геопросторових даних. Для кожного питання є поле оцінки, що заповнюється спеціалістом. Для кожного показника надані

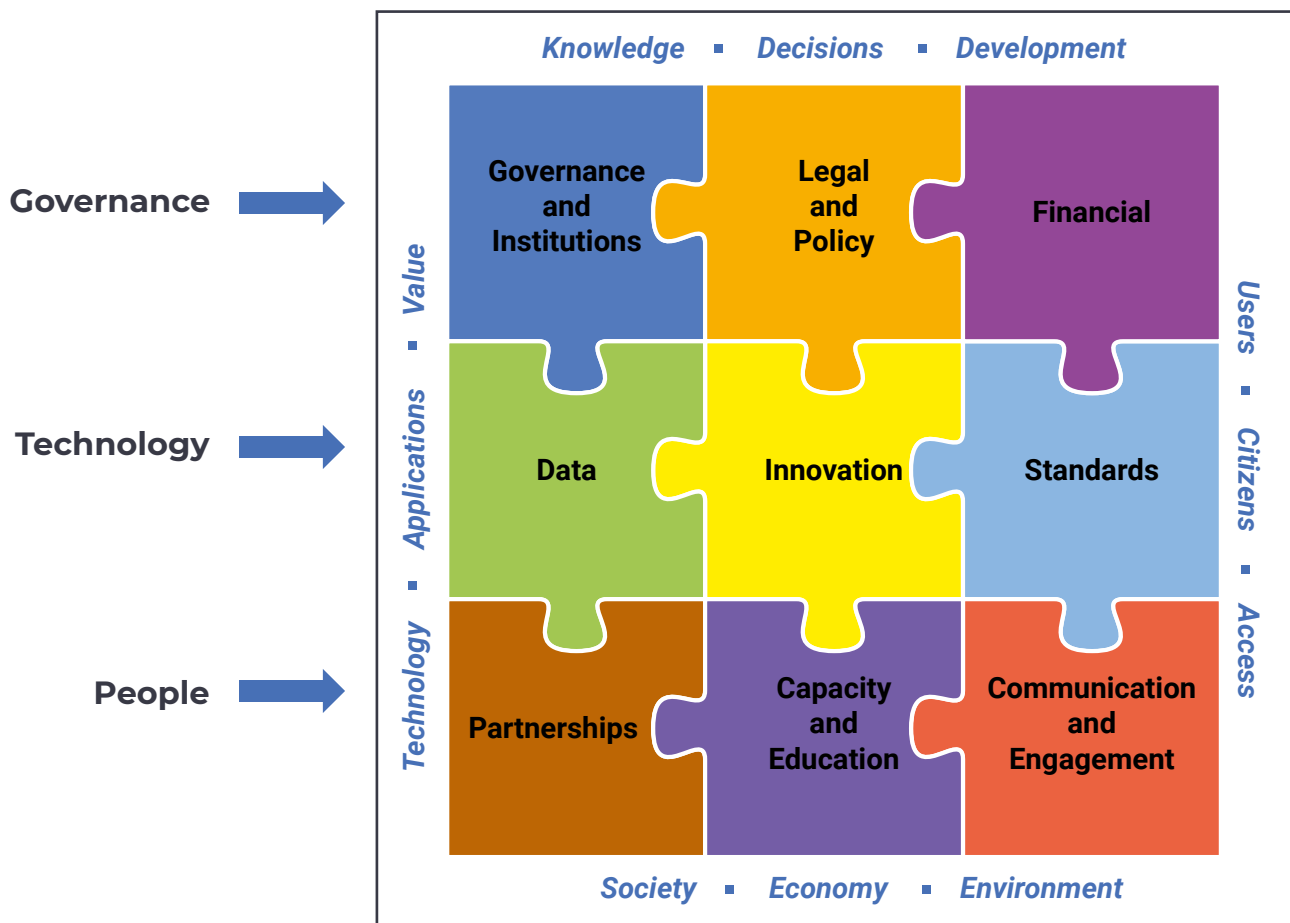


Рис. 1.2. Стратегічні напрями в Методології IGIF

критерії оцінки у 0, 25, 50, 75 або 100 балів. Можна застосувати будь-яку оцінку від 0 до 100, оскільки поточний стан може бути оцінений в діапазоні між цими двома значеннями (наприклад, 78). Крім того, Методологія IGIF передбачає можливість встановлення вагового коефіцієнта для особливо важливих питань з точки зору спеціаліста.

Методологія IGIF включає оцінювання стану розвитку інфраструктури геопросторових даних по 9-ти стратегічних напрямках:

01

Урядування (Управління) та Інституції

Цей стратегічний напрям визначає лідерські якості, модель управління, організаційну структуру для сприяння міждисциплінарній та багатогалузевій участі та прагненні до реалізації Рамкової програми інтегрованої геопросторової інформації.

Цей напрям спрямований на забезпечення політичної підтримки, посилення інституційних повноважень та побудови скоординованої мережі розповсюдження даних на основі спільного бачення та розуміння цінності Рамкової програми інтегрованої геопросторової інформації, ролей та сфер відповідальності у процесі реалізації цього бачення.

02

Законодавство – Політичні та Правові питання

Цей стратегічний напрям визначає широкомасштабні політичні та правові рамки, необхідні для організації ефективного та безпечного управління та обміну геопросторовою інформацією на національному, регіональному або місцевому рівні.

Цей напрям спрямований на вирішення поточних політичних та правових проблем шляхом вдосконалення політики та законодавства, що впливає на управління геопросторовою інформацією. Цього можна досягти шляхом активного моніторингу політичного та правового середовища, включаючи делегування повноважень на виробництво даних, а також оперативного реагування на проблеми та виклики, пов'язані з інноваційним та креативним використанням геопросторової інформації та нових технологій.

03

Фінансове забезпечення

Цей стратегічний напрям встановлює бізнес-модель, розвиває фінансові партнерські відносини та визначає інвестиційні потреби і засоби фінансування для забезпечення управління інтегрованими геопросторовими даними, а також встановлення етапів реалізації переваг.

Цей напрям спрямований на досягнення розуміння фінансових планів, необхідних для створення та підтримання управління інтегрованими геопросторовими даними, а також довгострокової інвестиційної програми, яка дозволяє держателям даних реагувати на зміни соціальних, екологічних та економічних вимог щодо геопросторових даних.

04

Дані

Цей стратегічний напрям визначає структуру геопросторових даних та основні принципи їх виробництва з метою збору найкращих практик та управління геопросторовими даними, яка є доцільними для міжгалузевої та міждисциплінарної інтеграції.

Цей напрям спрямований на забезпечення можливості держателям даних виконувати свої зобов'язання щодо управління даними, спільного використання та повторного використання перед урядом та спільнотою користувачів шляхом виконання чітко визначених ланцюгів постачання даних для організації, планування, придбання, аналізу, інтеграції, агрегування, публікації та архівування геопросторових даних.

05

Інновації

Цей стратегічний напрям визначає, як інновації можуть стимулювати, викликати та реагувати на швидкі зміни, забезпечувати перехід від застарілих технологій та процесів та долати геопросторові цифрові прогалини. Технології постійно розвиваються, створюючи нові можливості для інновацій та творчості.

Цей напрям спрямований на забезпечення використання найновіших економічно вигідних технологій, інновацій та вдосконалення процесів, щоб уряди, підприємства та наукові кола, незалежно від їх поточного стану, могли перейти на сучасні системи та практики управління геопросторовими даними.

06

Стандарти

Цей стратегічний напрям встановлює та забезпечує прийняття національних і галузевих стандартів найкращої практики та механізмів відповідності для реалізації взаємодії та інтеграції даних та технологій для забезпечення їх інтеграції.

Мета цього напрямку полягає в тому, щоб забезпечити ефективний та послідовний підхід для різних інформаційних систем, щоб вони могли виявляти, керувати, передавати, обмінюватися та застосовувати геопросторові дані для забезпечення прийняття управлінських рішень.

07

Партнерство

Цей стратегічний напрям встановлює міжгалузеве та міждисциплінарне співробітництво, координацію та співпрацю з усіма рівнями управління, геопросторовою галуззю, приватним сектором, науковими колами та міжнародним співтовариством, як важливу передумову для розвитку та підтримки довготривалої національно інтегрованої бази геопросторових даних.

Метою цього напрямку є створення та підтримка цінності геопросторових даних через культуру, засновану на інклюзивності, довірених партнерствах та стратегічних альянсах, що визнають спільні потреби, прагнення та цілі щодо досягнення національних пріоритетів та результатів.

08

Спроможність та Освіта

Цей стратегічний напрям встановлює постійний розвиток спроможності та освітні програми, щоб цінність та переваги управління інтегрованих геопросторових даних зберігалися на постійній основі.

Метою цього напрямку є підвищення обізнаності, формування та зміцнення знань, компетентностей, навичок, процесів, ресурсів та інноваційного підприємництва, які необхідні організаціям, громадам та приватним особам, щоб використовувати геопросторові дані для прийняття управлінських рішень на основі фактичних даних та ефективного надання послуг.

09

Комунікації та Залучення

Цей стратегічний напрям визначає, що держателі даних є невід'ємною складовою впровадження систем управління інтегрованими геопросторовими даними і що їх активна участь є критично важливими для досягнення мети.

Метою цього напрямку є застосування ефективних, результативних та прозорих методів комунікації та взаємодії для посилення та поглиблення участі та внесків усіх зацікавлених сторін та на всіх рівнях.

В червні 2021 року Держгеокадастром була проведена чергова оцінка стану розвитку національної інфраструктури в Україні за Методологією IGIF. В опитуванні взяли участь група консультантів, які працюють в Держгеокадастрі та в інших організаціях України. В результаті оцінювання встановлено, що правова та політична перспектива є сильною стороною

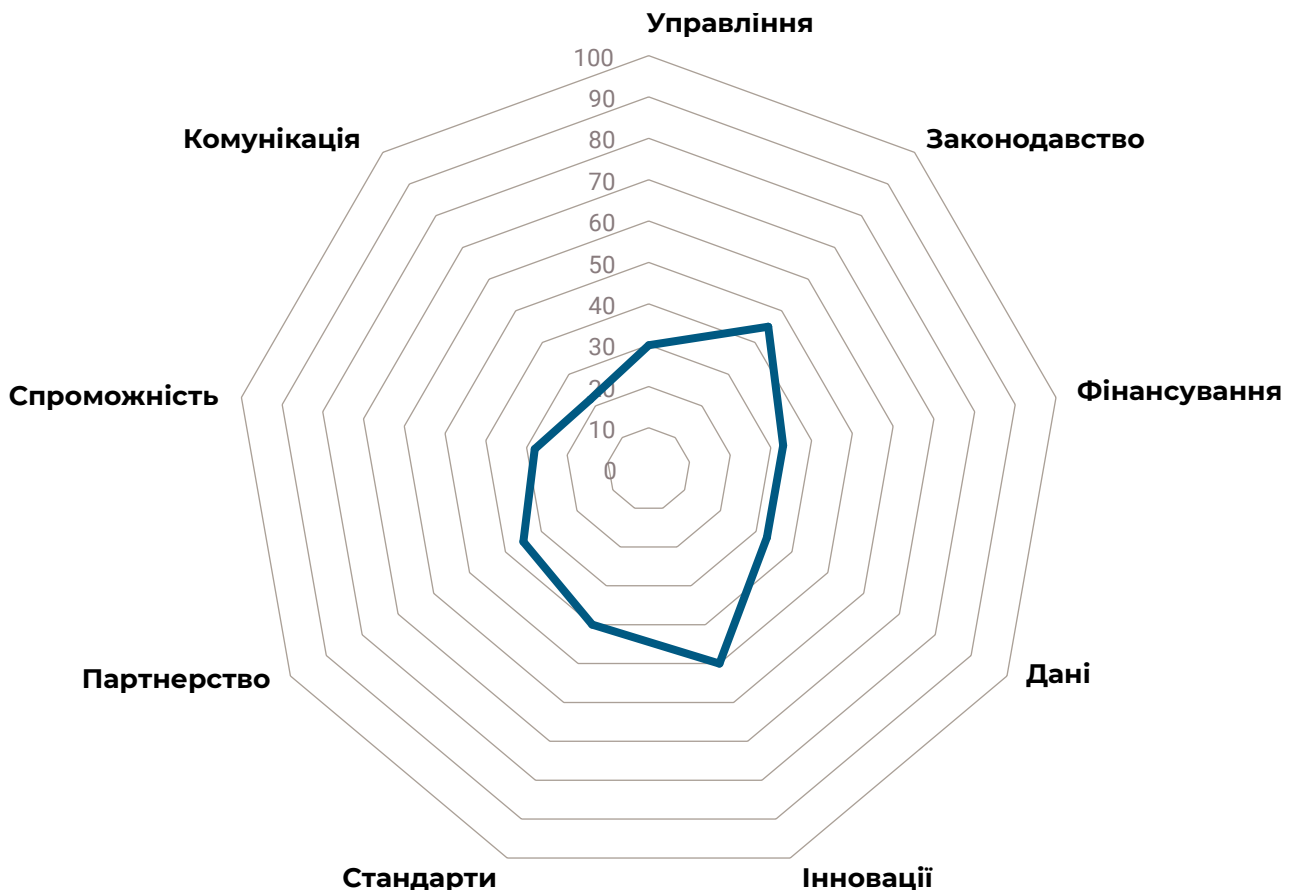


Рис. 1.3. Діаграма оцінки стану НІГД в Україні за Методологією IGIF

стану розвитку НІГД, а прийняття Закону про Національну інфраструктуру геопросторових даних і постанови Кабінетом Міністрів "Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних є головними досягненнями і трампліном для прогресу. В результаті оцінювання виявлено досить високий рівень розвитку стандартизації у сфері географічної інформації / геоматики та культури інновацій, яка підкріплюється підтримкою на загальнодержавному рівні у взаємодії Держгеокадастру та Міністерства цифрової трансформації, також є можливістю, якою має скористатися геоінформаційна спільнота.

Слабкі сторони розвитку НІГД полягають у незавершеності механізмів управління, відсутності стійкої бізнес-моделі для розвитку необхідної інфраструктури, нерозвиненості партнерства між державним та приватним секторами та відсутності комунікаційної стратегії. Особливо треба вказати на неналежний рівень забезпеченості базовими геопросторовими даними, відзначити відставання, відсутність специфікацій та метаданих для геопросторових даних, а наявні геопросторові дані є неінтероперабельними і практично недоступні на геопорталах.

Загальна оцінка стану розвитку національної інфраструктури в Україні, виконаної за Методологією IGIF, становить 0,36 або 36%, що відповідає рейтингу країн з «геопросторовим розривом» (рис.1.3).

1.1.4. Загальна структура та основні компоненти НІГД

Визначення та основні принципи створення, функціонування та розвитку НІГД

Відповідно до Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” НІГД формується як взаємопов’язана сукупність організаційної структури, технічних і програмних засобів, базових та тематичних наборів геопросторових даних, метаданих, сервісів, технічних регламентів, стандартів, технічних специфікацій, необхідних для виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, використання геопросторових даних та метаданих, іншої діяльності з такими даними.

Національна інфраструктура геопросторових даних створюється, функціонує та розвивається на таких принципах:

- актуальності, достовірності, повноти, цілісності, точності, обґрунтованості, офіційності геопросторових даних
- інтероперабельності та інтегрування геопросторових даних, одержаних з різних джерел
- безстроковості та безперервності функціонування національної інфраструктури геопросторових даних
- відкритості геопросторових даних та метаданих
- інноваційності

Національна інфраструктура геопросторових даних створюється, функціонує та розвивається на таких принципах:

Ключовим завданням створення та сталого функціонування НІГД як системи міжгалузевої інтеграції геопросторових даних на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях є забезпечення інтероперабельності – здатності геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів до функціональної та інформаційної автоматизованої взаємодії.

Основні компоненти НІГД

В інфраструктурі геопросторових даних визначаються такі компоненти:

- 1) нормативно-правове та інституційне забезпечення;
- 2) набори базових геопросторових даних;
- 3) набори тематичних геопросторових даних;
- 4) метадані та каталоги метаданих для забезпечення пошуку і доступу до геопросторових даних;
- 5) технічні регламенти і стандарти на геопросторові дані, метадані та геоінформаційні сервіси;
- 6) програмно-технологічні засоби формування і актуалізації геопросторових даних, WEB-картографування – Геопортали (рис. 1.4)



Рис. 1.4. Загальна структура НІГД

Організаційно-технологічна основа функціонування НІГД

Геоportal визначається як комплекс програмно-технічних засобів, мережових сервісів та сервісів геопросторових даних, що забезпечують відображення в мережі Інтернет геопросторових даних та метаданих, а також доступ користувачів до таких даних.

Організаційно-технологічну основу функціонування НІГД складають геоportали, що за допомогою геоінформаційних сервісів взаємодіють в мережі Інтернет:

- національний геоportal
- геоportали органів виконавчої влади (далі – галузеві геоportали)
- геоportали органів місцевого самоврядування
- геоportали підприємств та локальних територій

Національний геоportal – офіційний геоportal національної інфраструктури геопросторових даних, що забезпечує оприлюднення та доступ до геопросторових даних та метаданих.

Національна інфраструктура геопросторових даних включає мережу геоportалів, причому характерною особливістю такої мережі є інформаційна взаємодія на основі спеціальних геоінформаційних сервісів, які підтримують федерацію систем баз геопросторових даних, що можуть бути географічно децентралізовані, але об'єднані в єдину мережу (рис. 1.5).



Рис. 1.5. Мережа геоportalів НІГД

Для держателів це означає що відсутня вимога переходити всім на одну програмну платформу підтримки їх існуючої інфраструктури геопросторових даних, наприклад ArcGIS, QGIS та інших. Можна продовжувати розвивати власні геоportali, там де вони є, або скористатися іншими незалежно від вибраної програмної платформи.

Для держателів це означає що відсутня вимога переходити всім на одну програмну платформу підтримки їх існуючої інфраструктури геопросторових даних, наприклад ArcGIS, QGIS та інших. Можна продовжувати розвивати власні геоportali, там де вони є, або скористатися іншими незалежно від вибраної програмної платформи.

На національному геоportalі забезпечується доступ користувачів до наборів базових геопросторових даних в масштабах 1:10 000 та 1:50 000 і тематичних геопросторових даних про геопросторові об'єкти загальнодержавного значення та метадані про геопросторові дані і сервіси у складі національної інфраструктури геопросторових даних.

На галузевих геоportalах забезпечується доступ користувачів до наборів тематичних геопросторових даних і метаданих, держателями яких є органи виконавчої влади.

На геоportalах органів місцевого самоврядування – територіальних громад забезпечується доступ користувачів до деталізованих наборів базових геопросторових даних в масштабах 1:2000 та 1:500 і тематичних геопросторових даних і метаданих про геопросторові об'єкти, що розташовані на території районів, міст, селищ або сіл, держателями яких є органи місцевого самоврядування.

На геоportalах підприємств та локальних територій забезпечується доступ користувачів до деталізованих наборів базових і тематичних геопросторових даних і метаданих про геопросторові об'єкти, що розташовані на території підприємств або інших територіальних об'єктів, виділених за природоохоронними, ландшафтними, планувальними або іншими ознаками, держателями яких є установи, підприємства та організації відповідно до закону.

Для забезпечення геопросторовими даними діяльності органів державної влади, органів місцевого самоврядування, окремих галузей економіки та окремих суб'єктів господарювання можуть створюватися та розвиватися відповідні Геопортали геопросторових даних за територіальними (регіональні, міські, районні) або галузевими ознаками (кадастрові, екологічні, транспортно-навігаційні тощо). Усі такі інфраструктури утворюються як складові Національної інфраструктури геопросторових даних з обов'язковим виконанням технічних регламентів і технологічних угод на створення, постачання та використання геопросторових даних, а також щодо задоволення потреб зацікавлених організацій і громадян в геопросторових даних на загальноприйнятих умовах, забезпечення гарантованого рівня якості даних та справедливої системи ціноутворення на послуги.

Базові геопросторові дані

Базові геопросторові дані визначаються як загальнодоступні геопросторові дані, що складають уніфіковану цифрову координатно-просторову основу для виробництва, інтеграції та провадження іншої діяльності з різними геопросторовими даними.

Набір базових геопросторових даних утворює ядро геоінформаційних ресурсів інфраструктури, завдяки якому просторово і тематично об'єднуються всі інші геопросторові та негеопросторові: атрибутивні, профільні, тематичні дані, що спільно виробляються та використовуються в інтегрованому геоінформаційному середовищі інфраструктури.

Базові геопросторові дані формуються на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях.

До базового набору включаються геопросторові дані, які відповідають як мінімум одному з таких критеріїв:

- придатні для використання в процесі інтеграції інформаційних ресурсів;
- забезпечують точну просторову та/або атрибутивну прив'язку тематичних даних або інших просторових об'єктів;
- мають підвищену стійкість до змін в просторі та часі;
- забезпечують зменшення обсягів атрибутивних даних постійного зберігання та скорочують витрати на їхнє введення і актуалізацію.

До складу **базових геопросторових даних** віднесено:

- Системи відліку координат і висот
- Державний кордон України
- Адміністративно-територіальні одиниці
- Гідрографічні об'єкти, гідротехнічні споруди
- Населені пункти, їх вулично-дорожню мережа
- Будівлі та споруди
- Автомобільні дороги
- Залізниця
- Інженерні комунікації
- Аеропорти, річкові та морські порти
- Рослинний покрив та ґрунти
- Земельні ділянки
- Реєстри вулиць та адреси об'єктів
- Географічні назви
- Цифрова модель рельєфу
- Ортофотоплани

Очевидно, що базові геопросторові дані описують об'єкти реального світу, тобто топографічні об'єкти, а інформаційним ресурсом для їх формування є топографічні карти, плани та ортофотоплани. Базові геопросторові дані виробляються, оновлюються, обробляються, зберігаються та постачаються у вигляді векторних моделей об'єктів, цифрових моделей рельєфу і цифрових моделей поверхонь та растрових моделей цифрових ортофотокарт та ортофотопланів.

Набори базових геопросторових даних створюються з детальністю, точністю та просторовим розрізненням, які відповідають аналогічним характеристикам цифрових топографічних карт і планів.

Основою створення наборів базових геопросторових даних є бази топографічних даних та відомості Державного земельного кадастру, Державного реєстру географічних назв, Державного адресного реєстру, містобудівного кадастру та кадастрів природних ресурсів, а також інших геоінформаційних ресурсів.

Тематичні геопросторові дані

До тематичних наборів геопросторових даних належать всі види геопросторових даних, що створюються на основі базових геопросторових даних або як самостійні набори даних і відповідають вимогам стандартів на географічну інформацію та метадані, розміщені в інформаційному середовищі інфраструктури з дотриманням принципів і правил доступу та використання геоінформаційних ресурсів. Такі набори можуть створюватися органами державної влади та місцевого самоврядування, підприємствами та громадянами.

Черговість створення наборів тематичних геопросторових даних визначається з урахуванням першочергових потреб суспільства, органів державної та місцевого самоврядування для забезпечення сталого розвитку, раціонального використання природних ресурсів та охорони навколишнього природного середовища.

Склад наборів геопросторових даних гармонізований з вимогами Європейської інфраструктури геопросторових даних (INSPIRE).

Метадані геопросторових даних та геоінформаційних сервісів

Метадані визначаються як відомості про геопросторові дані та/або сервіси, що надають можливість їх пошуку та використання.

Метадані містять упорядковані формалізовані набори спеціальних даних: "даних про дані", в яких описуються структура та властивості елементів географічної інформації, що зберігається і пропонується в цифровому і нецифровому виді.

Метадані призначені для ведення каталогів геоінформаційних ресурсів та для забезпечення процесів автоматизованого пошуку й оцінки придатності геопросторових даних потенційними користувачами і системами.

Наявність метаданих є необхідною умовою створення ринку геопросторових даних та сталого функціонування інфраструктури геопросторових даних. Організація формування, зберігання і доступу до метаданих є державним завданням.

1.1.5. Стандарти та технічні регламенти

Стандарти географічної інформації належать до ключових компонентів сучасних геоінформаційних технологій та інфраструктур геопросторових даних.

Забезпечення інтероперабельності – здатності геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів до функціональної та інформаційної автоматизованої взаємодії – компонентів інфраструктури, ґрунтується на створенні та дотриманні єдиної системи національних стандартів і технічних регламентів у сфері виробництва, зберігання, постачання та використання геопросторових даних.

Стандартизація в національних і регіональних ІГД практично всіх країн ґрунтується на комплексі міжнародних стандартів ISO 19100 – «Географічна інформація/геоматика», що розробляються Технічним комітетом ISO/TC211, специфікаціях Відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium – OGC) та специфікаціях INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) – Директиви 2007/2/ЄС Європейського парламенту і Ради Європи від 14 березня 2007 р. по створенню інфраструктури просторової інформації Європейського Союзу.

Однак пряме застосування міжнародних стандартів у сфері географічної інформації на національному рівні пов'язане з проблемами, що зумовлені значними мовними, інституційними, технологічними та іншими відмінностями країн у виробництві та використанні геопросторових даних, у процедурах схвалення і впровадження міжнародних стандартів як національних. Зазвичай на основі міжнародних стандартів для потреб національної інфраструктури геопросторових даних (НІГД) розробляють національний профіль, в якому викладають окремі положення базових міжнародних стандартів, потрібних для досягнення достатньої функціональності на певному етапі розвитку НІГД.

Для виконання та координації робіт із стандартизації в сфері географічної інформації в Україні створено Технічний комітет стандартизації ТК-103– Географічна інформація / Геоматика, ведення секретаріату якого доручено Науково-дослідному інституту геодезії і картографії. До складу ТК 103 ввійшло понад 30 представників усіх зацікавлених установ, підприємств і відомств. Україна стала асоційованим членом ISO TC 211, та налагоджено оперативне отримання інформації від цього комітету.

Особливості формування наборів геопросторових даних в НІГД

Існуючий стан виготовлення будь яких картографічних матеріалів здебільшого здійснюється для конкретного замовника для виконання його конкретних задач на основі картографічного підходу. Традиційними вимогами до картографічних матеріалів в інфраструктурі картографічного виробництва є:

- актуальність;
- достовірність;
- точність;
- детальність і інформативність;
- наочність.

Саме вимога до наочності, сформувало тенденцію використання геоінформаційних систем для створення цифрової карти, максимально наближеної по зображенню до аналогової, тобто, паперової карти в умовних знаках. Цей підхід можна розглянути на прикладі виробництва цифрових топографічних карт і планів і представити дуже простою схемою – графом (рис. 1.6). [46] Є ділянка місцевості, територія, яка картографується, вона позначена Т. В результаті виконання комплексу топографо-геодезичних робіт, які позначені орієнтованим ребром f_{TI} збирається картографічна інформація, яка позначена вершиною графа І. Далі ця інформація завантажується в геоінформаційну систему, обробляється - цей процес позначений ребром f_{IM} і в результаті такого оброблення формується цифрова карта, позначена на графі вершиною М.

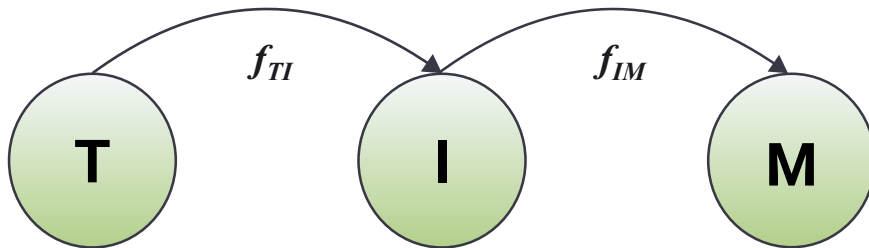


Рис. 1.6. Системна модель картографічного підходу до виробництва цифрових карт

Ці цифрові карти створюються в середовищі сучасних геоінформаційних систем: ArcGIS, QGIS, GeoMedia, Digital, виготовляються для конкретного замовника і власне лише він ними користується для власних потреб. Тобто виготовляється карта один раз для забезпечення виконання конкретних задач. Крім того, при такому підході цифрова карта є «зрізом місцевості» на певний час і не враховує зміни місцевості.

Виготовлення цифрової /карти відбувається в середовищі конкретної ГІС, причому, базовою парадигмою є парадигма картографічних шарів, а основні зусилля досліджень були спрямовані на створення інструментальних засобів точного подання геометричних об'єктів у файлових форматах окремих шарів, виконання операцій просторового аналізу з геометричними об'єктами та формування електронних карт. Обмін геоінформаційними моделями між ГІС різних виробників у комплексній корпоративній ГІС відбувається з використанням конверторів даних. Така змішана структура даних хоча й отримала назву «геореляційна», але вона залишалася недосконалою, а її назва свідчить тільки про можливість спрощеного спільного використання в ГІС, унікальної для кожної інструментальної ГІС моделі геопросторових даних та загальної для них реляційної моделі фактографічних даних, наприклад, з метою додаткової класифікації геопросторових об'єктів та їх тематичного картографування. Нескладно виявити основні недоліки корпоративної ГІС із такою архітектурою. Окрім того, що процес конвертування при значних обсягах даних перетворюється в окрему трудомістку процедуру, конвертовані дані, як правило, не повністю відповідають вихідній структурі геоінформаційної моделі джерела. Це в свою чергу потребує додаткових витрат на корегування отриманої в результаті конвертування моделі, а загалом має місце дублювання інформації в різних ГІС-форматах, практично не забезпечується цілісність та адекватність моделей даних, ускладнюється керування даними [57].

Розвиток національної інфраструктури геопросторових даних висуває нові вимоги до формування цифрових карт, що характеризує перехід від картографічного підходу до геоінформаційного. Цей підхід можна розглянути на тому ж прикладі виробництва цифрових топогра-

фічних карт в умовах розвитку НІГД (рис. 1.7). На цій схемі червоним кольором показано, які нові додаткові процеси і продукти з'являються.

Першим треба розглянути червоне ребро f_{TI} навколо T - місцевості – території, яка картографується. Це ребро можна інтерпретувати як модель процесу постійної зміни місцевості. Таке позначення в теорії графів означає так зване перетворення однієї множини в себе. Очевидно, якщо розглядати зміни місцевості, то це означає, що необхідно розвинути постійнодіючу систему моніторингу місцевості, щоби забезпечити оновлення топографічної інформації практично одночасно зі змінами місцевості. Комплекс топографо-геодезичних робіт f_{TT} по

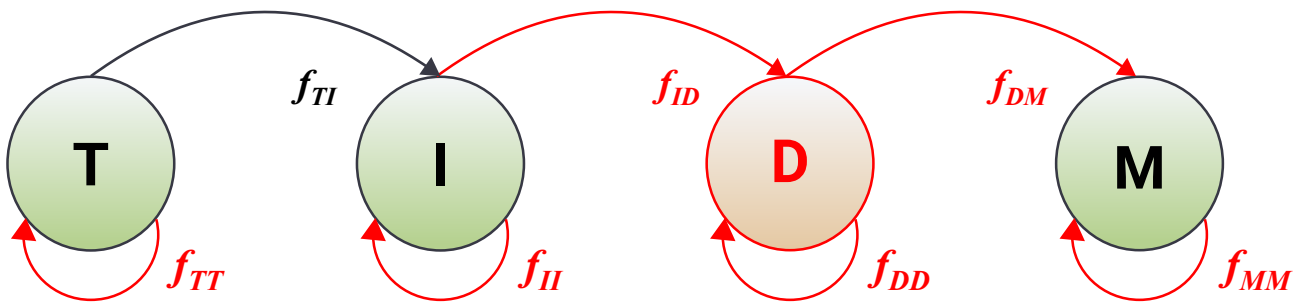


Рис. 1.7. Системна модель геоінформаційного підходу до виробництва геопросторових даних в НІГД

картографуванню залишається, але він вже діє постійно і всі червоні ребра f_{II} , f_{DD} , f_{MM} означають зміну інформації, як результат моніторингу. Нова сутність – база топографічних даних – це вершина графу, що позначена літерою D, в яку в результаті процесу трансформування топографічної інформації I, що позначено дугою f_{ID} , завантажуються вже структуровані геопросторові дані в термінах системи керування базами даних (СКБД).

Будь які цифрові карти, набори геопросторових даних M формуються в результаті запитів f_{DM} до бази топографічних даних D. Дуги f_{II} , f_{DD} , f_{MM} означають процеси оновлення відповідно топографічної інформації I, бази даних D та цифрових карт і наборів геопросторових даних M.

Такий перехід до використання геопросторових даних в НІГД та нові вимоги до їх інформаційно-технологічного рівня та якості забезпечується застосуванням просторових схем, опису внутрішньої конструкції моделей і правил цифрового опису геопросторових об'єктів, уніфікації каталогу об'єктів та їх атрибутів, топологічної узгодженості геометрії відповідно до стандартів і специфікацій: серії міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика», Відкритого геопросторового консорціуму (OGC) та специфікацій INSPIRE.

Крім того, необхідним процесом становиться обов'язкова організація постійно-діючої ефективною системи топографічного моніторингу, який має забезпечити оновлення даних в базі топографічних даних максимально одночасними з змінами на місцевості. В архітектурі сучасних ГІС, які за еволюцією геоінформаційних систем належать до ГІС третього покоління, спостерігається їх повне інтегрування з універсальними СКБД, а також їх вихід у глобальний інформаційний простір через Інтернет. У таких ГІС обидві компоненти моделі географічних об'єктів; геопросторова і атрибутивна зберігаються в середовищі єдиної бази даних, а розширена мова SQL дозволяє описувати множину просторових предикатів для виконання просторового аналізу. Використання заснованого на базах даних підходу до геопросторової

інформації забезпечує такі основні переваги, як централізацію просторових і непросторових даних в єдиному середовищі, багатопотокове використання, незалежність даних від типу інструментальної ГІС, реальне розмежування доступу, цілісність і реплікація даних тощо.

Перехід до реалізації заснованого на базах даних підходу в системах оброблення геопросторових даних відбувся завдяки великим зусиллям і прихильності з боку розробників програмних засобів як звичайних ГІС, так і СКБД. Це також породило низку об'єднань, партнерство та спільні проекти компаній-розробників, сформувалися промислові консорціуми, які об'єднали зусилля державних, комерційних і наукових організацій для виявлення проблем та організації співпраці в досягненні спільних цілей щодо створення систем баз геопросторових даних. Сьогодні практично всі великі постачальники СКБД пропонують засоби для зберігання й оброблення геопросторових даних у своїх продуктах. Разом з цим постачальники ГІС також значною мірою розвинули й постачають нові версії своїх систем, в яких реалізовані концепції та методи оброблення геопросторових даних у середовищі СКБД. Типові системи баз геопросторових даних сьогодні є звичайними комерційними або відкритими СКБД з додатковими можливостями та функціями для оброблення геопросторових даних. Ці можливості та функції включають: просторові типи даних, просторове індексування, просторові оператори, просторові прикладні процедури.

Вітчизняний і закордонний досвід підтверджує доцільність та ефективність використання для реалізації баз геопросторових даних та геопорталів програмних платформ.

1.2. Законодавство у сфері національної інфраструктури геопросторових даних

1.2.1. INSPIRE – Директива Європейського парламенту і ради ЄС

Мета та принципи Директиви INSPIRE

26 вересня 2006 року в Амстердамі відбулась Генеральна Асамблея Eurogeographics – Європейської асоціації національних картографо-геодезичних та кадастрових служб. На цій Асамблеї відбулися дві знакові події. По-перше на цій Асамблеї Державна служба України геодезії, картографії та кадастру була урочисто прийнята в дійсні члени Європейської асоціації національних картографо-геодезичних та кадастрових служб Eurogeographics.

Другою визначною подією на засіданні Генеральної Асамблеї став виступ депутата Європарламенту з доповіддю про проєкт директиви Європейського парламенту і ради про створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (INSPIRE). Свій виступ він почав зі слів, що “на сучасному етапі геопросторові дані набули політичного значення”.

14 березня 2007 року була прийнята Директива Європейського Парламенту і Ради 2007/2/ЄС “Про створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (INSPIRE) [24]. Зрозуміло, що ця Директива INSPIRE не входить в Законодавство України, але враховуючі те, що державна політика спрямовується на інтеграцію в Європейський простір у всіх сферах діяльності, є доцільним ознайомитись з її основними положеннями.

Метою Директиви – є встановлення загальних правил, спрямованих на створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (далі – «INSPIRE») для цілей реалізації екологічних політик Співтовариства та політик або видів діяльності, які можуть мати вплив на довкілля.

Принципи INSPIRE:

- дані повинні збиратися тільки один раз і зберігатись там, де їх можна обслуговувати найбільш ефективно;
- має бути можливість поєднувати однорідну просторову інформацію з різних європейських джерел та обмінюватись нею з багатьма користувачами та додатками;
- має бути можливість обміну інформацією, зібраною на одному рівні / і одному масштабі з усіма рівнями / масштабами;
- геопросторова інформація, необхідна для ефективного управління територіями, має бути готовою та прозоро доступною;
- необхідна легкість визначення, яка геопросторова інформація є доступною, як її можна використовувати відповідно до потреб, та за яких умов її можна завантажити та використати.

Зміст Директиви INSPIRE

Директива INSPIRE включає розділи:

- Загальні положення;
- Метадані;
- Операційна сумісність наборів і сервісів просторових даних;
- Мережеві сервіси;
- Спільне користування даними;
- Координація та додаткові заходи;
- Прикінцеві положення;
- 3 Додатки: “Тематичні групи просторових даних”.

У **Загальних положеннях** зазначено, що «інфраструктура просторової інформації» означає метадані, набори просторових даних і сервіси просторових даних; мережеві сервіси і технології; домовленості про спільне користування, доступ і використання; а також механізми координування та моніторингу, процеси і процедури, які встановлені, експлуатуються або надаються відповідно до цієї Директиви.

У Розділі “**Метадані**” встановлено, що Держави-члени забезпечують створення метаданих для наборів і сервісів просторових даних відповідно до тематичних груп, наведених у додатках I, II і III, а також забезпечують оновлення таких метаданих.

У Розділі “**Операційна сумісність (інтероперабельність) наборів і сервісів просторових даних**” зазначено, що Імплементативні правила, що встановлюють технічні умови для операційної сумісності та, якщо це здійснено, гармонізації наборів і сервісів просторових даних, призначені вносити зміни до несуттєвих елементів цієї Директиви шляхом її доповнення, ухвалюються відповідно до регуляторної процедури з ретельним вивченням.

У Розділі “**Мережеві сервіси**” – Держави-члени створюють і експлуатують мережу таких сервісів

для наборів просторових даних і сервісів, для яких були створені метадані згідно з цією Директивою:

- 1) сервіси пошуку, які надають можливість пошуку наборів і сервісів просторових даних за контентом відповідних метаданих і відображення контенту метаданих;
- 2) сервіси перегляду, які надають можливість щонайменше відображення, навігації, збільшення/зменшення, панорамування або накладання наборів просторових даних, що переглядаються, і відображення на екрані інформації про умовні позначки та будь-який відповідний контент метаданих;
- 3) сервіси завантаження, які надають можливість завантажувати копії наборів просторових даних або частин цих наборів та, якщо це можливо, отримувати прямий доступ до них;
- 4) сервіси перетворення, які надають можливість перетворювати набори просторових даних для досягнення операційної сумісності;
- 5) сервіси, які надають можливість активувати сервіси просторових даних.

У Розділі **“Спільне користування даними”** встановлено, що кожна держава-член повинна ухвалити інструменти для спільного користування наборами і сервісами просторових даних її органами публічної влади. Такі інструменти повинні дати таким органам публічної влади можливість отримувати доступ до наборів і сервісів просторових даних, а також обмінюватись і користуватись такими наборами і сервісами для цілей виконання суспільних завдань, які можуть мати вплив на довкілля.

У Розділі **“Координація та додаткові заходи”** зазначено, що Держави-члени забезпечують призначення відповідних структур і механізмів для координування на різних рівнях влади внесків усіх сторін, заінтересованих у їхніх інфраструктурах просторової інформації. Ці структури повинні координувати внески, зокрема, користувачів, виробників, надавачів послуг з доданою вартістю та координаційних органів, що стосуються ідентифікації відповідних наборів даних, потреб користувачів, надання інформації щодо наявних практик та надання зворотного зв'язку про імплементацію цієї Директиви.

Прикінцеві положення містять положення, що Держави-члени здійснюють моніторинг імплементації і використання своїх інфраструктур просторової інформації. Вони на постійній основі надають доступ до результатів цього моніторингу Комісії та громадськості.

Особливо важливим є класифікація тем, відповідно до яких збираються і групуються геопросторові дані, які наведені у **Додатках – Тематичні групи просторових даних**.

INSPIRE як інфраструктура геопросторових даних ЄС

Треба зазначити, що INSPIRE це не тільки Директива, тобто *Закон*. Процес розвитку можна назвати так: від Директиви INSPIRE до розвитку “Інфраструктура геопросторових даних”, який базується на інфраструктурах просторової інформації, створених і керованих державами-членами Європейського Союзу.

Проект INSPIRE включає такі розділи:

- Імплементаційні правила;
- Моніторинг і звітність;
- Метадані;
- Специфікації даних;
- Геопортал та WEB – сервіси та транспозиції.

Головною ідеєю INSPIRE щодо вимог до розвитку Геопорталу є забезпечення інтеграції різноманітних геопросторових даних, створених різними виробниками та держателями на основі встановлення правил щодо їх інтероперабельності (рис. 1.8).

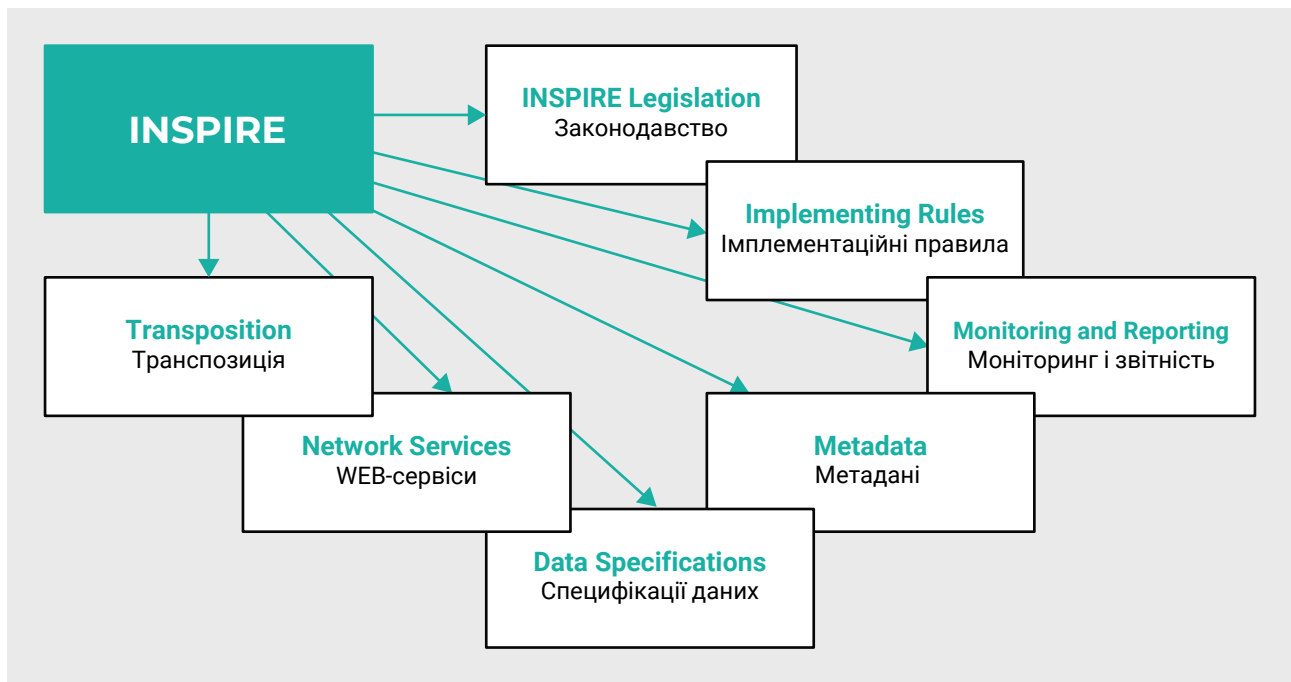


Рис.1.8. INSPIRE як інфраструктура геопросторових даних ЄС

Директива INSPIRE встановлює, що “Імплементативні правила, що встановлюють технічні умови для операційної сумісності та, якщо це здійснено, гармонізації наборів і сервісів просторових даних, призначені вносити зміни до несуттєвих елементів цієї Директиви шляхом її доповнення, ухвалюються відповідно до регуляторної процедури з ретельним вивченням. Відповідні вимоги користувачів, наявні ініціативи та міжнародні стандарти для гармонізації наборів просторових даних, а також здійсненність та міркування щодо витрат-вигід були враховані під час розроблення Імплементативних правил.

Якщо організації, створені згідно з нормами міжнародного права, ухвалили відповідні стандарти для гарантування операційної сумісності або гармонізації наборів і сервісів просторових даних, то ці стандарти повинні бути інтегровані в Імплементативні правила, а наявні технічні засоби повинні бути зазначені, якщо це доцільно, у таких правилах.

На виконання цієї статті щоб гарантувати, що інфраструктури просторових даних держав-членів є сумісними та придатними для використання в контексті Співтовариства та транскордонному контексті, Директива INSPIRE прийняла загальні Імплементативні правила у ряді конкретних сфер:

- | | | |
|-----------------------------------|-------|--|
| ● Specifications | | Специфікації |
| ● Network Services | | WEB сервіси |
| ● Data and Service Sharing | | Дані та сервіси спільного використання |
| ● Spatial Data Services | | Сервіси просторових даних |
| ● Monitoring and Reporting | | Моніторинг та Звітність |

Ці Імплементативні Правила були прийняті як рішення Комісії – Регламенти і є обов'язковими в повному обсязі.

Реалізований Геопортал INSPIRE, специфікації, метадані та сервіси розглядаються в інших розділах навчального посібника.

1.2.2. Структура, склад та зміст базового законодавства в сфері національної інфраструктури геопросторових даних

Базове законодавство в цьому навчальному посібнику розглядається, в першу чергу, з точки зору прав та обов'язків Держателя геопросторових даних - органу державної влади, органу місцевого самоврядування, фізичної або юридичної особи, що замовляє, отримує та/або володіє геопросторовими даними та метаданими. Важливим є те, що Держатель не виробляє безпосередньо геопросторових даних, але виконує просту роль Замовника. Зрозуміло, що можуть бути представники Держателів, які виконують ще і функції Виробника, але тут, в першу чергу, розглядається законодавство НІГД "очима Держателя". Крім того, треба взяти до уваги, що в усіх розділах навчального посібника розглядаються окремі положення законодавства, які відносяться до тих питань, які розглядаються в цих розділах

Імплементативні правила регламентують такі аспекти геопросторових даних:

- спільна структура для унікальної ідентифікації просторових об'єктів, до яких можна прив'язати ідентифікатори згідно з національними системами, щоб забезпечити операційну сумісність між ними;
- зв'язок між просторовими об'єктами;
- ключові атрибути та відповідні багатомовні тезаури, зазвичай необхідні для реалізації політик і які можуть мати вплив на довкілля;
- інформації про часовий вимір даних;
- оновлення даних.

Склад базового законодавства в сфері національної інфраструктури геопросторових даних

Базове законодавство України в сфері національної інфраструктури геопросторових даних складає (рис. 1.9):

1. Закон України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" Відомості Верховної Ради (ВВР), 2020, № 37, ст.277).
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 9 вересня 2020 за № 812 "Про утворення Ради з національної інфраструктури геопросторових даних".

Закон України
“Про національну інфраструктуру геопросторових даних”

Постанова Кабінетом Міністрів від 26 травня 2021 за № 532
Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних

Наказ Мінагрополітики від 10 листопада 2021 року №347



Рис. 1.9. Склад базового законодавства в сфері НІГД

3. Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних, затверджений постановою Кабінетом Міністрів від 26 травня 2021 за № 532.
4. Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 року № 347 зареєстрований в Міністерстві юстиції України 12 січня 2022 р. за № 21/37357 “Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних, яким затверджені:
 - Технічні вимоги до метаданих для наборів геопросторових даних і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних;
 - Технічні вимоги до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних;
 - Технічні вимоги до геоінформаційних сервісів геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних;
 - Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів.

Треба зазначити, що Директива Європейського парламенту і ради 2007/2/ЄС від 14 березня 2007 року про створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (INSPIRE), яка формально не входить до Законодавства України щодо обов’язковості дотримання її положень, але була врахована при розробленні Закону “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” і підзаконних нормативно-правових актів.

Закон України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” (надалі Закон про НІГД) визначає правові та організаційні засади створення, функціонування та розвитку

національної інфраструктури геопросторових даних, спрямованої на забезпечення ефективного прийняття органами державної влади та органами місцевого самоврядування управлінських рішень, задоволення потреб суспільства в усіх видах географічної інформації, інтегрування у глобальну та європейську інфраструктури геопросторових даних.

У відповідності до Закону про НІГД Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних (надалі Порядок функціонування НІГД) визначає механізм організації виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, візуалізації, постачання та використання геопросторових даних та метаданих, іншої діяльності, пов'язаної з ними, та встановлює вимоги щодо виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, постачання та використання геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних.

Основні поняття, принципи та компоненти національної інфраструктури геопросторових даних відповідно до законодавства розглядаються в 1.1.4. "Загальна структура та основні компоненти НІГД".

Що стосується Технічних вимог до метаданих, до специфікацій геопросторових даних, до геоінформаційних сервісів геопорталів та Технічних вимог та методів забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів, то їх положення детально розглядаються в наступних розділах навчального посібника.

Після набуття чинності Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" був прийнятий Закон України «Про публічні електронні реєстри» який заклав певні засади подальшого розвитку законодавства в сфері НІГД.

Рада з національної інфраструктури геопросторових даних

Для міжвідомчої та міжгалузевої координації розвитку національної інфраструктури геопросторових даних створена Рада з національної інфраструктури геопросторових даних, яка є колегіальним дорадчим органом при Кабінеті Міністрів України, має консультативну функцію щодо формування та реалізації державної політики у сфері національної інфраструктури геопросторових даних.

Рада з національної інфраструктури геопросторових даних складається з представників органів державної влади, органів місцевого самоврядування, юридичних осіб та фахівців, які мають повноваження та/або досвід діяльності з геопросторовими даними та метаданими. До обов'язків Ради з національної інфраструктури геопросторових даних належать:

- розроблення та подання до Кабінету Міністрів України пропозицій у сфері національної інфраструктури геопросторових даних;
- сприяння зменшенню дублювання геопросторових даних та метаданих у різних державних даних;
- розгляд щорічного звіту про функціонування та розвиток національної інфраструктури геопросторових даних;
- сприяння розбудові інформаційної взаємодії між держателями даних.

Рада з національної інфраструктури геопросторових даних у сфері національної інфраструктури геопросторових даних має право:

- направляти звернення до держателів даних;
- залучати до засідань та заслуховувати керівників держателів даних;
- утворювати міжвідомчі та експертні групи для вирішення питань у сфері національної інфраструктури геопросторових даних.

Загальні Повноваження Держателів геопросторових даних

Статтю 15. Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних” встановлені Повноваження Держателів геопросторових даних, а саме:

- 1) забезпечення замовлення, створення, використання, оновлення, оприлюднення та виконання інших дій з геопросторовими даними та метаданими для відповідної галузі, сфери чи території
- 2) забезпечення актуальності, достовірності, обґрунтованості, повноти, точності, відкритості, інтероперабельності геопросторових даних та метаданих
- 3) забезпечення доступу до своїх геопросторових даних та метаданих, інформаційної взаємодії з іншими держателями даних, у тому числі за допомогою сервісів геопорталів
- 4) внесення пропозицій щодо формування та реалізації державної політики у відповідній сфері

Роль Держателів в процесі створення і забезпечення доступу до геопросторових даних

На Держателя геопросторових даних покладена відповідальність за достовірність, повноту, точність і актуальність геопросторових даних та метаданих.

Враховуючи те, що Держатель не виконує функції Виробника геопросторових даних, то безпосередній вплив на процес виробництва геопросторових даних та їх якість здійснюється через виконання функцій замовника, який формує вимоги до продукції у відповідному технічному завданні та здійснює приймання виконаних робіт. Крім того, треба взяти до уваги, що зі створенням Національного геопорталу виникає ще зовнішній контроль геопросторових даних. Адже при інтеграції різнорідних даних діє валідатор Національного геопорталу, який визначає в автоматизованому режимі несумісність – не інтероперабельність цих даних з іншими, тобто помилки в геопросторових даних виявляються саме в процесі інтеграції, коли можна виявити розбіжності, наприклад, дані містобудівного кадастру, земельного кадастру і топографічної основи: накладки земельних ділянок на будинки, дороги, об'єкти гідрографії.

Тобто НІГД – це потужний документ для валідації даних і виявлення помилок щодо інтероперабельності даних. Це відображено і в Законі України Про НІГД.

Так відповідно до статті 8. Моніторинг функціонування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних зазначено, що: Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері національної інфраструктури геопросторових даних:

- здійснює моніторинг наявності, актуальності, відкритості, інтероперабельності геопросторових даних та метаданих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, інших держателів даних;
- у разі виявлення недостовірних чи помилково зазначених геопросторових даних та метаданих, відображених на національному геопорталі, повинен протягом трьох робочих днів з дня виявлення таких даних оприлюднити на національному геопорталі виявлений факт і звернутися до відповідного держателя даних для усунення неточностей.

Що стосується забезпечення доступу до геопросторових даних, то:

- держателі даних, у тому числі органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, мають право створювати та розвивати доступ до даних один одного без застосування сервісів національного геопорталу;
- доступ користувачів до геопросторових даних та метаданих забезпечується через геопортали держателів даних та офіційний веб-сайт національної інфраструктури геопросторових даних;
- доступ до геопросторових даних та метаданих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування забезпечується безоплатно для всіх користувачів, якщо інше не встановлено законом

Органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, юридичні особи публічного права, суб'єкти природних монополій зобов'язані оприлюднювати за допомогою сервісів національного геопорталу метадані, які є у їх володінні, а фізичні та інші юридичні особи мають право оприлюднювати за допомогою сервісів національного геопорталу метадані, які є у їх володінні.

Зменшення обсягу та/або зниження якості наявних у органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування геопросторових даних та метаданих для їх оприлюднення у мережі Інтернет не допускається.

У разі якщо орган виконавчої влади чи орган місцевого самоврядування, юридична особа публічного права, суб'єкт природної монополії не має власного геопорталу, він має право звернутися до будь-якого іншого держателя геопорталу відповідно до його галузевого або територіального охоплення для оприлюднення таких геопросторових даних, метаданих та, у разі домовленості, для виконання інших дій із ними.

Дев'ять завдань Держателів геопросторових даних

Постановою Кабінету Міністрів України “Про порядок функціонування НІГД” сформульовано дев'ять завдань Держателів геопросторових даних для організації виробництва, оновлення

та зберігання тематичних геопросторових даних та метаданих, а саме, органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування та інші держателі даних забезпечують:

- 1) розроблення специфікацій геопросторових даних для наборів геопросторових даних;
- 2) розміщення специфікацій геопросторових даних в базі даних реєстру специфікацій геопросторових даних НІГД з використанням електронного кабінету національного геопорталу;
- 3) створення, використання, оновлення, оприлюднення та виконання інших дій з геопросторовими даними для відповідної галузі, сфери чи території;
- 4) створення і оновлення метаданих для наборів тематичних геопросторових даних та їх обов'язкову реєстрацію з використанням електронного кабінету національного геопорталу;
- 5) обов'язкове використання наборів базових геопросторових даних при виробництві та оновленні тематичних геопросторових даних і забезпечення ідентифікаційної та координатно-топологічної сумісності тематичних даних з базовими;
- 6) актуальність, достовірність, обґрунтованість, повноту, точність, відкритість, інтероперабельність геопросторових даних та метаданих;
- 7) створення зберігання та захист геопросторових даних та метаданих в геоінформаційних системах та базах даних, що створюють для виконання повноважень держателів даних
- 8) доступ до геопросторових даних та метаданих на своїх офіційних веб-сайтах та/або геопорталах;
- 9) інформаційну взаємодію з іншими держателями даних та з адміністратором національного геопорталу, у тому числі з використанням геоінформаційних сервісів геопорталів.

Доручення Кабінету Міністрів України та центральним органами виконавчої влади

Законом України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" передбачено пряме доручення Кабінету Міністрів України для забезпечення належного підзаконного нормативно-правового регулювання відповідно до цього Закону одночасно з введенням в дію цього Закону шляхом:

- прийняття нормативно-правових актів, необхідних для реалізації положень цього Закону
- приведення своїх нормативно-правових актів у відповідність із цим Законом
- забезпечення приведення міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади їх нормативно-правових актів у відповідність із цим Законом;
- забезпечення перегляду міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади із залученням представників громадських формувань у сфері відкритих даних та сферах, що стосуються відповідних геопросторових даних, переліків відомостей, що містять службову інформацію, в частині зменшення у їх складі геопросторових даних;

- забезпечення відображення в мережі Інтернет геопросторових даних та метаданих, а також безперешкодний доступ користувачів до Державного лісового кадастру; Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду; Містобудівного кадастру державного рівня

Прикінцевими положеннями Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" внесено зміни до низки Законів України в відповідних сферах діяльності, які визначили геоінформаційні ресурси Державних кадастрів і реєстрів для формування наборів базових і тематичних геопросторових даних в НІГД, а саме:

- Державний земельний кадастр;
- Містобудівний кадастр;
- Державний лісовий кадастр;
- Державний водний кадастр;
- Державні кадастри природних ресурсів;
- Державний кадастр родовищ і проявів корисних копалин;
- Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду;
- Державний кадастр сховищ радіоактивних відходів;
- Реєстр об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів;
- Реєстр місць видалення відходів;
- Державний кадастр рослинного світу;
- Державний реєстр нерухомих пам'яток України;
- Державний кадастр природних територій курортів;
- Державний кадастр природних лікувальних ресурсів;
- Державний кадастр тваринного світу.

Геопросторові дані, метадані та сервіси, оприлюднення, інша діяльність з якими та доступ до яких здійснюються у мережі Інтернет згідно із Законом України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних"

Набори (види) геопросторових даних

Відповідно до Додатку до Закону про НІГД в результаті функціонування Національної інфраструктури геопросторових даних мають бути сформовані і поставлені на моніторинг Набори (види) геопросторових даних. Якщо порівняти ці набори геопросторових даних з аналогічними темами Директиви INSPIRE можна пересвідчитись, що вони практично гармонізовані (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Типові варіанти використання геопросторових даних користувачами геопорталу

НАЗВА ТЕМИ INSPIRE	НАЗВА НАБОРУ ДАНИХ ЗАКОНУ ПРО НІГД
1. Референцні системи координат	Державна геодезична референцна система координат
2. Системи географічних координатних сіток	Державна геодезична мережа
3. Географічні назви	Географічні назви

4. Адміністративні одиниці	Адміністративно-територіальний устрій
5. Адреси	Адреси
6. Кадастрові ділянки	Земельні ділянки та кадастрове зонування
7. Транспортні мережі	Транспортні мережі
8. Гідрографія	Гідрографія
9. Охоронювані об'єкти	Природоохоронні території та об'єкти
10. Рельєф	Рельєф
11. Земний покрив	Земний покрив
12. Ортозображення	Ортофотоплани
13. Геологія	Геологія
14. Статистичні одиниці	Статистичні одиниці
15. Будівлі	Будівлі та споруди
16. Ґрунт	Ґрунти
17. Землекористування	Типи землекористування
18. Здоров'я та безпека людини	Безпека життєдіяльності людини
19. Комунальні та державні служби	Органи державної влади та органи місцевого самоврядування, служби, заклади, підприємства, установи та організації
20. Служби моніторингу довкілля	Служби моніторингу навколишнього природного середовища
21. Виробничі та промислові об'єкти	Виробничі, промислові та логістичні об'єкти
22. Об'єкти сільського господарства та аквакультури	Споруди сільського господарства та аквакультури
23. Розподіл населення – демографія	Розподіл населення, демографія
24. Управління територіями, зони обмеження/регулювання та одиниці звітування	Територіальні зони, зони регулювання, обмеження у використанні земель та облікові одиниці
25. Зони природного ризику	Зони природного ризику
26. Атмосферні умови	Атмосферні умови

27. Океанографічні географічні характеристики	Метеорологічні географічні характеристики
28. Морські регіони	Морські регіони
29. Біогеографічні регіони	Біогеографічні регіони
30. Оселища і біотопи	Природні оселища (біотопи)
31. Розподіл біологічних видів	Поширення видів
32. Енергетичні ресурси	Енергетичні ресурси
33. Мінеральні ресурси	Мінеральні ресурси
34. Об'єкти всесвітньої спадщини	Об'єкти всесвітньої спадщини, їх території та буферні зони, об'єкти культурної спадщини

Склад геопросторових даних та відповідальні за них Держателі

Додатком 2 до Порядку функціонування НІГД визначено назви наборів даних, геоінформаційні ресурси та інші ресурси (матеріали) для створення та оновлення наборів геопросторових даних та Органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування та інші держателі, відповідальні за створення та оновлення наборів геопросторових даних та метаданих. У табл. 1.2 поміщений фрагмент Додатку 2 до Порядку функціонування НІГД.

У фрагменті наведено восьмий набір геопросторових даних – Гідрографія. Змістом цього набору даних є водні об'єкти (внутрішні морські води та територіальне море, річки, струмки, озера, водосховища, ставки, канали, водоносні горизонти), болота, басейни водозбірні, гідрографічне та водогосподарське районування, водогосподарські системи, акваторії морських портів (портова акваторія), гідротехнічні споруди морських портів.

Геоінформаційним ресурсом для створення цього набору є наборів геопросторових даних є і Основна державна топографічна карта і Базова державна топографічна карта. Цифрові топографічні плани масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000.

Далі Інформація про використання водних ресурсів, ведення державного обліку водокористування та державного водного кадастру, про діяльність з проектування, будівництва і реконструкції систем захисту від шкідливої дії використання, Державний водний кадастр, Реєстр морських портів, Реєстр гідротехнічних споруд морських портів України і так далі. А відповідальними Держателями цього набору геопросторових даних виступає ціла низка організацій: серед яких Держгеокадастр ДП «УкрДАГП», Міноборони, Міндовкілля, Держводагентство, Державна служба морського та річкового транспорту, ДУ «Держгідрографія», Філія ДУ «Держгідрографія», «Укрморкартографія», ДП «Адміністрація морських портів України», ДП «Укрводшлях».

Фрагмент Додатку 2 до Порядку функціонування НІГД

Набори (види) геопросторових даних	Геоінформаційні ресурси та інші інформаційні ресурси (матеріали) для створення та оновлення наборів геопросторових даних	Органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування та інші держателі, відповідальні за створення та оновлення наборів геопросторових даних та метаданих
8. Гідрографія. Водні об'єкти (внутрішні морські води та територіальне море, річки, струмки, озера, водосховища, ставки, канали, водоносні горизонти), болота, басейни водозбірні, гідрографічне та водогосподарське районування, водогосподарські системи, акваторії морських портів (портова акваторія), гідротехнічні споруди морських портів	інформація про використання водних ресурсів, ведення державного обліку водокористування державного водного кадастру, про діяльність з проектування, будівництва і реконструкції систем захисту від шкідливої дії вод, групових і локальних водопроводів, систем водопостачання та каналізації у сільській місцевості, гідро-технічних споруд і каналів, меліоративних систем та окремих об'єктів інженерної інфраструктури, водогосподарських об'єктів багатоцільового використання Державний водний кадастр Реєстр морських портів України Реєстр гідротехнічних споруд морських портів України дані про річкові гідротехнічні споруди дані про річкові порти дані про будівлі та інші берегові об'єкти річкових портів Основна державна топографічна карта масштабу 1:50000 Базова державна топографічна карта масштабу 1:10000 цифрові топографічні карти масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 цифрові топографічні плани масштабів 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000	Міндовкілля

Цей фрагмент ілюструє наявність певного феномену: що за один набір геопросторових даних формально можуть бути відповідальними декілька Держателів геопросторових даних. Очевидно, при розвитку НІГД особливої актуальності набуває необхідність:

- визначення Держателя - координатора по кожному набору геопросторових даних, відповідального за цілісність атрибутів, відсутність їх дублювання та за їх класифікацію
- встановлення конкретного Держателя, відповідального за кожним атрибутом, або множиною атрибутів по відповідному набору геопросторових даних.

1.2.3. Закон України «Про публічні електронні реєстри»

Закон України «Про публічні електронні реєстри»¹ (далі – «Закон») встановлює вимоги до актів законодавства, що регламентують створення та функціонування реєстрів, кадастрів, реєстрів та інших інформаційно-комунікаційних систем (далі – «реєстри»), що забезпечують збирання, накопичення, захист, облік, відображення, оброблення реєстрових даних та надання реєстрової інформації.

Значна частина реєстрових даних є геопросторовими даними.

Цей Закон визначає:

- 1) систему реєстрів та їх об'єктів;
- 2) систему органів та суб'єктів у сфері реєстрів;
- 3) вимоги до реєстрової інформації та реєстрових даних, їх статусу, форми та складу, створення, збирання, ведення, оброблення, зберігання та використання;
- 4) засади та вимоги до створення, ведення, взаємодії, адміністрування, перетворення, модифікації та припинення реєстрів;
- 5) засади створення та функціонування системи електронної взаємодії реєстрів;
- 6) засади контролю та відповідальності у сфері реєстрів;
- 7) фінансові основи створення та функціонування реєстрів.

Система реєстрів включає:

- базові реєстри;
- інші реєстри;
- визначені законом реєстри саморегульованих організацій.

Реєстри можуть інтегруватися в інтегровані інформаційні системи (далі – ІІС).

До базових реєстрів належать:

- Єдиний державний демографічний реєстр;
- Єдиний державний реєстр юридичних осіб, фізичних осіб - підприємців та громадських формувань;
- Державний земельний кадастр;
- Єдиний державний реєстр транспортних засобів;
- Реєстр будівель та споруд;
- Єдиний державний реєстр адрес;
- Державний реєстр речових прав на нерухоме майно.

До **базових реєстрів** належать реєстри, що забезпечують одноразовий збір інформації про об'єкт реєстру (його правовий статус) з метою багаторазового використання як юридично обов'язкової, достовірної та актуальної інформації про такий об'єкт реєстру (його правовий статус) в інших реєстрах та/або національних електронних інформаційних ресурсах під час провадження дозвільної діяльності, наданні адміністративних, соціальних та інших публічних послуг, провадження іншої управлінської діяльності та здійснення державного регулювання.

Електронна взаємодія реєстрів здійснюється безперервно та передбачає їх технічну та технологічну здатність до обміну даними в режимі "електронний запит - електронна відповідь", взаємного пошуку та перегляду наявних даних, формування спільних масивів даних, документів та форм, автоматичного протоколювання всіх кроків та операцій зазначеної взаємодії за допомогою Системи електронної взаємодії та/або програмних засобів відповідних ІІС, інформаційних систем операторів, підключених до Системи електронної взаємодії.

До підключення реєстрів до Системи електронної взаємодії вони можуть здійснювати обмін інформацією в порядку безпосередньої електронної взаємодії з іншими реєстрами та збереження отриманої внаслідок такої взаємодії інформації без права її повторного використання для інформаційної взаємодії та надання адміністративних послуг.

Об'єктами реєстрів є інформація про:

- 1) фізичних осіб, юридичних осіб та об'єднання фізичних та/або юридичних осіб;

- 2) землі та земельні ділянки із розташованими на них об'єктами нерухомого майна;

- 3) окремі спеціальні статуси фізичних осіб та їх об'єднання, юридичних осіб, громадських формувань;

- 4) події;

- 5) сертифікати, ліцензії, декларації, повідомлення, дозволи, інші документи дозвільного характеру;

- 6) природні ресурси;

- 7) правові режими використання і забудови територій та окремих об'єктів;

- 8) рухоме майно, що відповідно до закону є об'єктом державного обліку;

- 9) майнові та немайнові права, їх обмеження та обтяження;

- 10) нормативно-правові акти, нормативні акти та документи технічного характеру, судові рішення, виконавчі документи, інші документи та їх реквізити, довіреності;

- 11) об'єкти будівництва та закінчені будівництвом об'єкти;

- 12) іншу інформацію, визначену цим Законом або іншим актом законодавства, згідно з якими створено відповідні реєстри.

Будь-які юридично значущі дії щодо об'єктів реєстрів можуть вчинятися виключно після державної реєстрації таких об'єктів.

Ідентифікація об'єктів реєстрів здійснюється за допомогою реєстрових номерів, що автоматично присвоюються їм під час реєстрації у відповідних реєстрах.

У разі якщо об'єктами реєстрів є інформація про певні властивості, стан, правові, майнові та інші статуси об'єкта базового державного реєстру, інформація про такий об'єкт базового державного реєстру вноситься, зберігається, обробляється та використовується в таких реєстрах у вигляді ідентифікатора, що є реєстровим номером відповідного об'єкта базового державного реєстру, крім випадків, передбачених законом або іншим актом законодавства, згідно з яким створено відповідний реєстр.

Інформація про об'єкт реєстру створюється шляхом документованої фіксації створювачем у встановлений законодавством спосіб за допомогою технічних та інших засобів (або без таких) юридично значущих фактів, волевиявлень, рішень, дій, подій, натурних, метричних, біологічних, юридичних та інших характеристик (властивостей) та їх змін, які визнані об'єктами відповідних реєстрів, за результатом чого створювач складає відповідний електронний документ для реєстрації такої інформації у відповідному реєстрі, у тому числі з використанням прикладних програмних інтерфейсів реєстру. З моменту здійснення реєстраційних дій з використанням зазначеної інформації про відповідний об'єкт реєстру така інформація набуває статусу реєстрової інформації.

Ведення усіх реєстрів, за допомогою яких органи державної влади, органи місцевого самоврядування, саморегульвні організації, юридичні особи публічного права, їх посадові особи, інші уповноважені законом особи здійснюють збирання, оброблення та поширення офіційної інформації про об'єкти реєстрів, здійснюється в електронному вигляді, отже всі вони визнані публічними електронними реєстрами.

Законом або іншим актом законодавства, згідно з яким створено відповідні реєстри, може передбачатися відтворення реєстрової інформації на паперових та інших матеріальних носіях. При цьому, заповнення таких паперових та інших матеріальних носіїв (крім їх підписання) здійснюється виключно у спосіб автоматизованого виводу на них реєстрової інформації із хеш-структурою з відповідного реєстру автоматично за допомогою друку та/або інших технологій, що повністю виключають ручний та інші неавтоматизовані способи відтворення реєстрової інформації. Будь-яке відтворення та/або перенесення реєстрової інформації на паперові та інші матеріальні носії з порушенням цих вимог забороняється, а відповідна реєстрова інформація, що міститься на таких носіях, не може визнаватися офіційною.

У разі виявлення розбіжностей між реєстровою інформацією на паперових та інших матеріальних носіях і реєстровими даними відповідного реєстру пріоритет надається реєстровим даним відповідного реєстру, крім випадків:

- доведення у встановленому законом порядку факту протиправної зміни реєстрових даних в електронній базі даних відповідного реєстру;
- перенесення до реєстру оцифрованих даних, створених до набрання чинності цим Законом згідно із законодавством, що діяло на момент їх створення;
- якщо така реєстрова інформація міститься у виданому правоволодільцю документі, заповненому у спосіб, визначений частиною другою цієї статті;
- якщо така реєстрова інформація не відповідає даним, що містяться в документах, на підставі яких здійснена відповідна реєстраційна дія.

Систему органів та суб'єктів у сфері реєстрів становлять:

- 1) Кабінет Міністрів України;

- 2) центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізує державну політику у сфері розвитку національних електронних інформаційних ресурсів та інтероперабельності;

- 3) центральний орган виконавчої влади, що забезпечує реалізацію державної політики у сферах кіберзахисту та захисту інформації;

- 4) держателі реєстрів;

- 5) адміністратори реєстрів;

- 6) публічні реєстратори;

- 7) створювачі;

- 8) технічні адміністратори реєстрів;

- 9) саморегулювні організації, які є держателями відповідних реєстрів.

Слід розуміти, що наведений перелік відображає, перш за все, зазначені в Законі функції, які можуть поєднуватись у певних осіб (*наприклад, держатель реєстру може одночасно бути його адміністратором, а створювач даних також виконувати функцію публічного реєстратора*).

Інформація про матеріальні об'єкти реєстру та їх властивості під час здійснення їх реєстрації, внесення даних (змін до них) у відповідному реєстрі має відповідати існуючим метричним, фізичним, біологічним та іншим натурним характеристикам (властивостям) відповідних об'єктів та їх геопросторовому положенню, визначеним з точністю відповідно до діючих стандартів, норм, правил і технічних регламентів.

Зміна вимог стандартів, норм, правил і технічних регламентів щодо показників точності або способів її визначення, зміна методів, технологій та систем геопросторового позиціонування не є підставою для визнання реєстрової інформації помилковою, якщо на момент її внесення до реєстру вона відповідала діючим стандартам, нормам, правилам і технічним регламентам.

Внесення до реєстру інформації про матеріальні об'єкти та їх характеристики (властивості), яка не відповідає зазначеним вимогам, забороняється.

Закон доручає Кабінету Міністрів України:

- привести свої нормативно-правові акти у відповідність із цим Законом;

- забезпечити приведення міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади їх нормативно-правових актів у відповідність із цим Законом;

- забезпечити розроблення та внесення на розгляд Верховної Ради України проєктів законів України, що врегульовують статус реєстрів відповідно до вимог цього Закону.

Це доручення передбачає велику системну роботу держателів реєстрів, які у багатьох випадках є держателями геопросторових даних, щодо розбудови або перебудови нормативно-правової бази, принципів роботи, архітектури, функціоналу тощо відповідних реєстрів та реінжинірингу бізнеспроцесів у відповідних сферах.

1.3. Стандартизація географічної інформації

1.3.1. Організація стандартизації в сфері географічної інформації

Стандартизація в національних інфраструктурах геопросторових даних практично всіх країн ґрунтується на комплексі міжнародних стандартів ISO 19100 – «Географічна інформація/геоматика», що розробляються Технічним комітетом ISO/TC211, та на специфікаціях Відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium – OGC). Ця провідна роль міжнародних організацій обумовлює важливість тісної співпраці і взаємодії міжнародних і національних організацій зі стандартизацією.

Результатом такої тісної співпраці стала інтернаціоналізація багатьох уже використовуваних стандартів на геопросторові дані, що зрештою забезпечила значну гармонізацію і сумісність міжнародних і національних стандартів на основі функціонування глобальної інфраструктури стандартизації географічної інформації (рис. 1.10) [90].

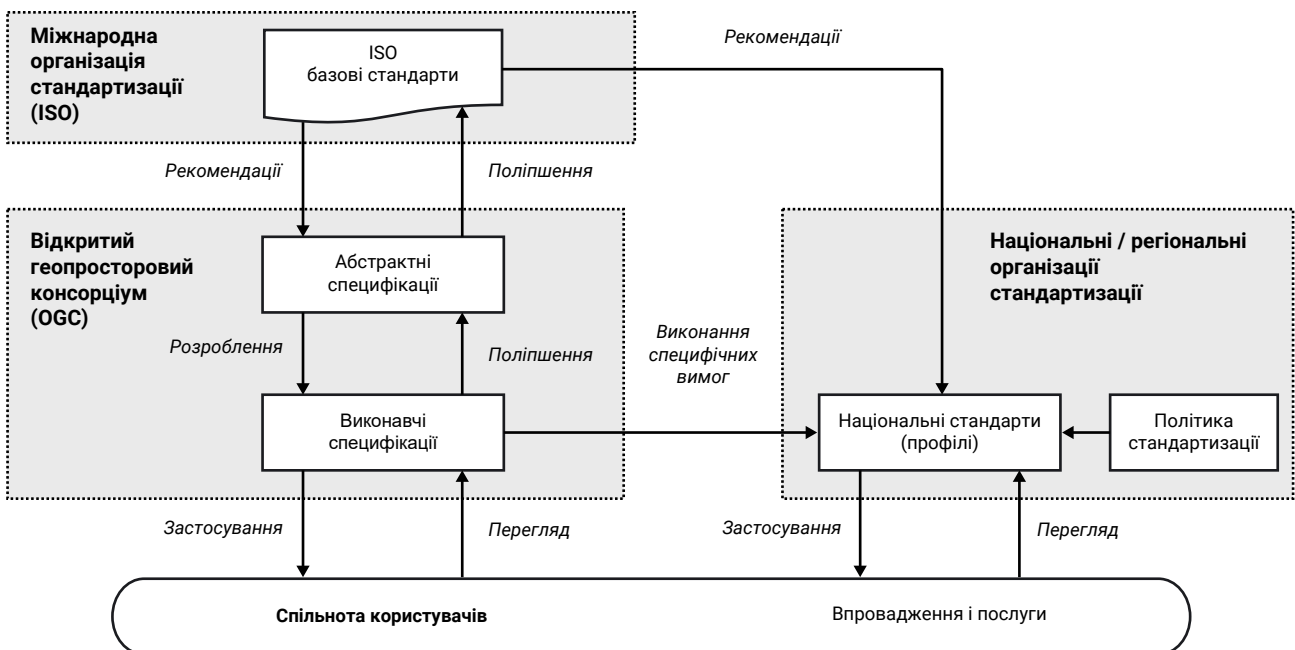


Рис. 1.10. Глобальна інфраструктура стандартизації у сфері географічної інформації

Проте перехід до створення глобальних стандартів геопросторових даних пов'язаний з труднощами, зумовленими значними відмінностями: мовними, інституційними, технологічними тощо та різним ступенем готовності країн прийняти і впровадити ці стандарти. Проте запропонована модель співпраці (рис. 1.10) є надійною основою для розвитку узгодженої діяльності ISO і OGC, національних організацій, виробників та користувачів географічної інформації з метою досягнення об'єктивно потрібного високого рівня міжнародної гармонізації стандартів національних інфраструктур геопросторових даних та формування єдиного глобального геоінформаційного простору.

Глобальність геосистеми як об'єкта моделювання в ГІС, глобальність масштабів використання геопросторових моделей у різних сферах на гетерогенних програмно-технологічних платформах об'єктивно обґрунтовує методологію формування інфраструктури геопросторових даних як базову концепцію спільного виробництва й використання геопросторових даних та принцип пріоритетності міжнародної стандартизації для досягнення інтероперабельності усіх компонентів інфраструктури на всіх рівнях.

В Україні відносини у сфері стандартизації регулюються Законом України "Про стандартизацію". Цим Законом серед інших встановлені і такі суб'єкти, як: національний орган стандартизації та технічні комітети стандартизації. Конкретні стандарти розробляються у технічних комітетах, в Україні утворено понад 150 таких комітетів.

До повноважень технічних комітетів стандартизації належить:

- 1) участь у роботі відповідних технічних комітетів стандартизації міжнародних і регіональних організацій стандартизації;

- 2) розроблення і погодження національних стандартів, кодексів ustalеної практики та змін до них;

- 3) участь у формуванні програми робіт з національної стандартизації;

- 4) перевірка і перегляд національних стандартів та кодексів ustalеної практики, розробниками яких вони є;

- 5) погодження і надання пропозицій щодо скасування та відновлення дії національних стандартів, кодексів ustalеної практики та змін до них.

До роботи в технічних комітетах стандартизації залучаються уповноважені представники органів виконавчої влади, інших державних органів, органів місцевого самоврядування, суб'єктів господарювання та їх громадських об'єднань, організацій роботодавців та їх об'єднань, наукових установ та навчальних закладів, науково-технічних та інженерних товариств (спілок), громадських організацій споживачів (об'єднань споживачів), інших громадських об'єднань, професійних спілок, провідних науковців і фахівців.

Саме технічні комітети стандартизації беруть участь у роботі відповідних технічних комітетів стандартизації міжнародних організацій та виконують розроблення і погодження національних стандартів.

Що стосується географічної інформації, то Україна є асоційованим членом технічного комітету ISO/TC211, який розробляє міжнародні стандарти серії ISO 19100 "Geographics Information / Geomatics".

У 1995 році був створений Технічний комітет стандартизації ТК 103 стандартизації географічної інформації / геоматика, на який покладаються функції розроблення, розгляду та погодження національних стандартів, участь у роботі спорід-

нених технічних комітетах міжнародних та регіональних організацій і формування позиції України щодо розроблюваних нормативних документів цих організацій [53].

Здійснення функцій секретаріату ТК 103 покладено на Науково-дослідний інститут геодезії і картографії (НДІГК).

Всі національні стандарти застосовуються на добровільній основі, крім випадків, якщо обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами. Отже сам по собі національний стандарт – виконується добровільно, до тих пір поки він не стає нормативно-правовим документом, наприклад технічним регламентом. Закон 'Про стандартизацію' встановлює правила доступу до національних стандартів іншими словами до кого звернутись за доступом до стандарту і чи є цей доступ безкоштовним. Статтею 23 цього Закону встановлено що стандарти розповсюджує тільки національний орган по стандартизації, зараз це Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»).

Безкоштовний доступ надається тільки до тих національних обов'язковість застосування яких встановлена нормативно-правовими актами і ще таких національних стандартів, які розроблені за рахунок бюджетних коштів. І там же зазначено, що це діє для всіх національних стандартів, крім національних стандартів, гармонізованих з міжнародними. В нашому випадку, всі стандарти в сфері географічної інформації є гармонізованими з відповідними міжнародними стандартами, і тому безкоштовного доступу до них не має.

В Законі України про НІГД встановлена норма про можливість застосування положень стандартів Міжнародної організації із стандартизації (ISO) та Open Geospatial Consortium, в разі відсутності аналогічних національних. Постановою Кабінету Міністрів України про Порядок функціонування НІГД деталізується використання міжнародних стандартів, а саме, що під час створення, функціонування та розвитку НІГД повинні враховуватися вимоги міжнародних стандартів серії ISO 19100 "Географічна інформація/ Геоматика" та національних стандартів у сфері географічної інформації.

1.3.2. Огляд комплексу стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика»

Фактична робота в ISO виконується в технічних комітетах (Technical Committee, TC) та підкомітетах (Subcommittee, SC). Кожен TC і SC має свій секретаріат в компетентній установі якоїсь країни-члена; наприклад, секретаріат ISO / TC 211 «Географічна інформація / Геоматика» приєднано до Норвезької картографічної служби із секретаріатом недалеко від Осло. Технічний комітет підрозділяється на робочі групи (Working Group, WG), які зазвичай відповідають за розроблення певного стандарту або аналогічного документа ISO. Якщо TC стає дуже великим, в його структурі можуть бути створені підкомітети. Технічні комітети та підкомітети організовують розроблення, розгляд та узгодження стандартів, а також ініціюють перегляд раніше схвалених стандартів (зазвичай з інтервалом п'ять років).

Комплекс стандартів ISO 19100 ґрунтується на загальних стандартах та концепціях сучасних інформаційних технологій і розвиває їх відповідно до особливостей геопросторових даних та їх використання в прикладних системах (рис. 1.11) [11].



Рис. 1.11. Інтеграція географічної інформації та інформаційних технологій

Стандарти ISO 19100 визначають методи, засоби та сервіси керування географічною інформацією, зокрема моделювання, створення та передавання геопросторових даних у цифровому вигляді між різними користувачами і системами.

В комплексі стандартів ISO 19100 за призначенням та спільністю тематики можна виділити шість основних груп:

- 1) інфраструктурні стандарти;

- 2) стандарти моделювання даних;

- 3) стандарти на метадані та адміністрування даних;

- 4) стандарти на сервіси географічної інформації;

- 5) стандарти кодування географічної інформації;

- 6) стандарти для конкретних тематичних сфер.

Інфраструктурні стандарти

Встановлюють концептуальні основи, загальні вимоги і правила, які застосовують до всіх складників комплексу ISO 19100. Вони визначають інфраструктуру для розвитку стандартів і для розроблення прикладних схем та профілів.

Стандарти моделювання даних

Ця група стандартів ґрунтується на еталонній моделі предметної сфери з ISO 19101. Вона подається сукупністю абстрактних концептуальних схем для опису основних компонентів просторових об'єктів як елементів географічної інформації.

Стандарти на метадані та адміністрування даних

Ця група стандартів також основана на еталонній доменній моделі з ISO 19101. Але на відміну від стандартів моделювання даних, що сфокусовані на просторових об'єктах та їх характеристиках, ці стандарти орієнтовані на опис наборів даних, що містять інформацію про один або (набагато частіше) про множину екземплярів просторових об'єктів.

Стандарти на геоінформаційні сервіси

Визначають специфікації сервісів географічної інформації різного призначення та схеми доступу до геопросторових даних мережі Інтернет. Предметно стандарти охоплюють сферу веб-картографування, веб-ГІС та Геопорталобудування.

Стандарти кодування географічної інформації

За еталонною моделлю архітектури із ISO 19101, стандарти кодування потрібні для підтримання ефективного обміну геопросторовими даними і метаданими між системами та послідовно визначають принципи й схеми використання мови XML для кодування геоінформаційних ресурсів різного призначення.

Стандарти для тематичних сфер та функціональні стандарти

Спочатку робота ISO/TC 211 була зосереджена на розробленні стандартів, що підтримують широкий діапазон можливостей, потрібних для всіх прикладних сфер застосування географічної інформації. По завершенню цієї роботи почалася діяльність з розроблення стандартів для підтримання специфічних тематичних сфер. До однієї з таких сфер належить отримання й опрацювання аерофото- та космічних матеріалів (зображень), а їхнє унормування розглядається в стандартах, уже згаданих у відповідних групах, ISO/TS 19101-2 «Еталона модель – Зображення» та ISO 19115-2 «Метадані – Частина 2: Розширення для зображень та сіткових даних». Інші тематичні сфери, для яких ведеться розроблення стандартів: класифікація об'єктів землекористування, земельний кадастр і системи адресації.

1.3.2. Огляд специфікацій і стандартів OGC

Стандарти ISO є обов'язковою, але не достатньою основою для застосування баз геопросторових даних і побудови інфраструктури геопросторових даних та її частин. Вони описують концепції геоінформатики, але не описують методів кодування інформації, структури даних і протоколів взаємодії.

Можна сказати, що вони визначають, що треба робити, але не як робити. Це друге завдання розв'язують за допомогою стандартів реалізації, у розробленні яких найбільше успіхів досягнув відкритий геопросторовий консорціум OGC.

На відміну від стандартів ISO, яким властивий формалізований життєвий цикл, що охоплює офіційне затвердження та публікацію, специфікації OGC споживачі використовують до формального затвердження як «живі» документи. Перегляд стандартів ISO виконують раз на п'ять років, а специфікації OGC можуть бути оновлені кілька разів на рік. Таким чином, OGC може швидше реагувати на потреби ринку геоінформатики. Природно, що цей процес також упорядковано моделлю стандартизації, специфікації корегують і доповнюють в розумних межах, а найвідоміші поміж них є досить стабільними, використовують їх як основу проєктів міжнародних стандартів. Технічний комітет OGC розробляє два основні види документів – абстрактні специфікації та стандарти реалізації. Усі OGC-стандарти, абстрактні специфікації та інші документи доступні на безоплатній основі на сайті консорціуму www.opengeospatial.org/standards

OGC – це міжнародна некомерційна організація, що здійснює діяльність з розроблення стандартів у сфері геопросторових даних і сервісів, Організація представляє понад 500 підприємств, державних установ, дослідницьких організацій та університетів з усього світу.

Серед учасників OGC є NASA, Amazon, TRIMBL, GOOGLE, Microsoft, MAXAR, BlackShark, ESA, Apple, Airbus, Esri, Ordnance Survey (Великобританія), BKG (ФРН), Kadaster (Королівство Нідерландів), Statens Kartverk (Королівство Норвегія), Міністерство природних ресурсів Канади.

OGC абстрактні специфікації визначають архітектуру підтримання відкритої геопросторової технології та інтероперабельності даних. Абстрактні специфікації становлять концептуальну основу більшості OGC-заходів у сфері розвитку стандартів. Відкриті інтерфейси і протоколи побудовано відповідно до абстрактних специфікацій, від яких залежить інтероперабельність різних програмних платформ і різних видів систем оброблення просторових даних. Розроблені у вигляді окремих тематичних документів, вони представляють собою еталонну модель для розроблення OGC-стандартів застосування.

OGC-стандарти мають найбільше практичне значення, в них докладно описані інтерфейси або схеми кодування для взаємодії геоінформаційних сервісів. Розробники програмного забезпечення використовують ці документи для реалізації відкритих інтер-

фейсів та кодувань у своїх продуктах і сервісах. Ці стандарти є основними «продуктами» OGC, що були розроблені для вирішення конкретних технічних проблем інтероперабельності. Ідеальною є ситуація, коли OGC-стандарти втілено в продуктах або онлайн-сервісах двох різних розробників програмного забезпечення, які працюють незалежно один від одного, то в результаті компоненти від різних постачальників повинні від'єднуватися і працювати разом без подальшого налагодження.

У понад 30 стандартах OGC докладно описана сервіс-орієнтована архітектура та визначені інтерфейси і протоколи взаємодії всіх основних геоінформаційних сервісів, потрібних для виявлення, доступу, використання й опрацювання геопросторових даних за допомогою засобів веб-технології та серверів баз геоданих. Практично всі геоінформаційні сервіси, що тепер функціонують у мережі Інтернет, виконано за OGC-стандартами, зокрема сервіс каталогів метаданих CSW, картографічний веб-сервіс WMS, сервіс картографічних файлів WMTS, сервіс просторових об'єктів WFS, сервіс для покриттів WCS, сервіс для цифрової моделі рельєфу WTS, сервіс процесів опрацювання даних WPS тощо. Поміж стандартів на формати обміну даними широке застосування набули стандарти на географічну мову розмітки GML та KML (Keyhole Markup Language), специфікація опис стилів шарів SLD, специфікації на протоколи запитів до сервісів пошуку й опрацювання даних тощо.

8 грудня 2022 року Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру набула асоційованого членства у Відкритому геопросторовому консорціумі (Open Geospatial Consortium – OGC).

Членство в OGC надає можливість доступу до кращих світових практик з розробки стандартів та сервісів у сфері геопросторової інформації для подальшого розвитку національної інфраструктури геопросторових даних в Україні, це також сприяє обміну досвідом та знаннями для вдосконалення національного геопорталу. Зокрема у ході написання Технічного завдання для створення Національного геопорталу геопросторових даних було використано 20 стандартів OGC.

1.3.4. Національні стандарти України в сфері географічної інформації

ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель

У 2009 році Технічним комітетом ТК 103 було гармонізовано основоположний стандарт ДСТУ ISO 19101:2009 . Еталонна модель. На слайді можна побачити взаємозв'язок еталонної моделі з іншими стандартами географічної інформації комплексу ISO 19100.

Цей стандарт встановлює загальні вимоги та принципи розроблення та використання стандартів у сфері географічної інформації. Еталонна модель, як і інші стандарти серії ISO 19100, забезпечує інтеграцію геоінформаційних систем з інформаційними технологіями. Він встановлює загальні вимоги та принципи розроблення та використання стандартів у сфері географічної інформації.

ДСТУ 8774:2018

Географічна
інформація.
Правила
моделювання
геопросторових
даних

Треба відзначити, що існуюча велика кількість міжнародних стандартів ISO 19100, понад 100 стандартів та швидкість, з якою вони оновлюються та розробляються нові, значно переважає швидкість гармонізації їх в національні стандарти України. Зазвичай відповідно до міжнародної практики на основі міжнародних стандартів для потреб національної інфраструктури геопросторових даних розробляють національний профіль, в якому викладають окремі положення базових міжнародних стандартів, потрібних для досягнення достатньої функціональності на певному етапі розвитку НІГД.

У 2018 році в результаті виконання спільного проекту Держгеокадастру та Японського агентства міжнародного співробітництва JICA "Створення Національної інфраструктури геопросторових даних в Україні" був розроблений національний стандарт України ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних.- український профіль стандартів ISO 19100, який включає необхідні положення з основних стандартів ISO 19100. Отже метою цього стандарту є встановлення загальних правил моделювання геопросторових даних та створення на цій геопросторових даних основі умов для досягнення інтероперабельності геопросторових даних, що створюються та постачаються різними виробниками в середовищі НІГД [54]. Цей стандарт включає:

- Загальні правила подання моделей з використанням UML (за ISO 19103:2015 Conceptual schema language);
- Правила для прикладних схем (за ISO 19109:2015 Rules for application schema);
- Просторові схеми (за ISO 19107:2003 Spatial schema);
- Часові схеми (за ISO 19108:2002 Temporal schema);
- Схеми для геометрії та функцій покриття (за ISO 19123:2005 Schema for coverage geometry and functions);
- Каталоги геопросторових об'єктів (за ISO 19110:2016 Methodology for feature cataloguing);
- Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами (за ISO 19112:2003 Spatial referencing by geographic identifiers);
- Кодування та обмін даними (за ISO 19118:2011 Encoding).

Детально положення цього стандарту розглядаються в наступних розділах навчального посібника.

Національні стандарти серії ISO 19100, гармонізовані методом підтвердження

Державна політика в сфері гармонізації для пришвидшення гармонізації стандартів і для забезпечення інтеграції в глобальний простір допускає гармонізацію міжнародних стандартів методом підтвердження, при якому перекладається українською мовою тільки титульна

сторінка, а решта залишається англійською мовою, тобто мовою оригіналу. Таким шляхом це дозволило розробити український профіль ДСТУ 8774:2018 “Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних” українською мовою і паралельно з цим прийняти 15 міжнародних стандартів методом підтвердження, на які посилається цей український профіль.

ДСТУ ISO 19103:2017 (ISO 19103:2015, IDT)

Географічна
інформація.
Мова
концептуальних
схем

Прийнятий вперше. ДСТУ ISO 19103:2017 (ISO 19103:2015, IDT) надає правила та вказівки щодо використання мови концептуальної схеми в контексті географічної інформації. Обраною мовою концептуальної схеми є уніфікована мова моделювання (UML).

ДСТУ ISO 19107:2017 (ISO 19107:2003, IDT)

Географічна
інформація.
Просторова схема

Прийнятий вперше. ДСТУ ISO 19107:2017 (ISO 19107:2003, IDT) визначає концептуальні схеми опису просторових характеристик географічних об'єктів, а також набір просторових операцій узгоджених з цими схемами. Розглядає векторну геометрію і топологію до тривимірної включно. Визначає стандартні просторові операції для використання при отриманні доступу, запитах, управлінні, обробленні та обміні даними географічної інформації для просторових (геометричних і топологічних) об'єктів до трьох топологічних вимірів включно, вкладеними в координатний простір з трьома осями.

ДСТУ ISO 19108:2017 (ISO 19108:2002, IDT)

Географічна
інформація.
Часова схема

ДСТУ ISO 19108:2017 (ISO 19108:2002, IDT) визначає концепцію опису часових характеристик географічної інформації. Стандарт залежить від існуючих стандартів в області інформаційних технологій обміну тимчасовою інформацією. Забезпечує основу для визначення часових атрибутів об'єктів, операцій над об'єктами і асоціацій між об'єктами, а також для визначення часових аспектів метаданих географічної інформації. Цей міжнародний стандарт стосується часових характеристик географічної інформації, оскільки вони абстраговані від реального світу, вказує правильний час, а не час операції.

ДСТУ ISO 19109:2017 (ISO 19109:2015, IDT)

Географічна
інформація.
Правила для
прикладної схеми

ДСТУ ISO 19109:2017 (ISO 19109:2015, IDT) визначає правила створення та документування прикладних схем, включаючи принципи визначення об'єктів.

Зміст цього стандарту включає в себе:

- концептуальне моделювання об'єктів і їх властивостей з предметної області;
- визначення прикладних схем;
- використання мови концептуальних схем для прикладних схем;

- перехід від понять концептуальної моделі до типів даних в прикладній схемі;
- інтеграція стандартизованих схем з іншими стандартами ISO 19100 «Географічна інформація/геоматика» з прикладною схемою.

Поза сферою стандарту перебувають:

- вибір однієї конкретної мови концептуальної схеми для прикладних схем;
- визначення будь-якої конкретної прикладної схеми;
- подання типів об'єктів і їх властивостей в каталозі елементів;
- подання метаданих;
- правила для відображення однієї прикладної схеми в іншу;
- реалізація прикладної схеми в комп'ютерному середовищі;
- комп'ютерна система і дизайн прикладного програмного забезпечення;
- програмування.

ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT)

Географічна інформація.
Методологія каталогізації об'єктів

ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT) встановлює методологію каталогізації типів об'єктів і визначає, як класифікація типів об'єктів організовується в каталозі об'єктів і подається користувачам набором географічних даних. ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT) застосовується для створення каталогів типів об'єктів в раніше декаталогізованих доменах і перегляду існуючих каталогів об'єктів відповідно до стандартної практики. Цей стандарт відноситься до каталогізації типів цифрових об'єктів. Його принципи можуть бути поширені на каталогізацію інших форм географічних даних.

ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT 19110:2016, IDT)

Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів — Вперше застосовується до визначення географічних об'єктів на рівні його типу. ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT) може бути використаний як основа для визначення предметної області, що моделюється або стандартизації загальних аспектів об'єктів реального світу, які моделюються в більш ніж в одній програмі.

ДСТУ ISO 19111:2017 (ISO 19111:2007, IDT)

Географічна інформація.
Просторова прив'язка за координатами

ДСТУ ISO 19111:2017 (ISO 19111:2007, IDT) визначає концептуальну схему для опису просторової прив'язки за координатами, за потреби поширюється на просторово-часову прив'язку. Стандарт описує мінімум даних, які необхідні для визначення одно-, дво- і тривимірних просторової системи координат з можливістю приєднання до просторово-часових систем відліку. Це дозволяє передавати додаткову надану описову інформацію. Стандарт також описує інформацію, що необхідна для трансформування координат з однієї системи координат в іншу.

В ДСТУ ISO 19111:2017 (ISO 19111:2007, IDT) наведені системи координат не змінюється з часом. Для систем координат, отриманих на рухомих платформах, таких як автомобілі, кораблі, літальні і космічні апарати, перетворення на наземну нерухому координат систему може включати в себе елемент часу. Незважаючи на те, що цей стандарт застосовується до цифрових географічних даних, його принципи можуть бути поширені на багато інших форм географічних даних, такі як карти, графіки і текстові документи.

ДСТУ ISO 19112:2017 (ISO 19112:2003, IDT)

Географічна інформація.
Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами

ДСТУ ISO 19112:2017 (ISO 19112:2003, IDT) визначає концептуальну схему для просторової прив'язки на основі географічних ідентифікаторів. Стандарт встановлює загальну модель просторової прив'язки з використанням географічних ідентифікаторів, визначає компоненти просторової системи координат і визначає основні компоненти газетиру. Просторова прив'язка за координатами не розглядається в даному документі; проте розглянуто механізм для запису додаткових координат посилань.

ДСТУ ISO 19112:2017 (ISO 19112:2003, IDT) допомагає користувачам в розумінні просторових посилань, які використовуються в наборах даних. Стандарт дозволяє складати газетири в узгодженому порядку і підтримує розвиток інших стандартів в області географічної інформації. Стандарт можна застосовувати до цифрових географічних даних, і його принципи можуть бути поширені і на інші форми географічних даних, такі як карти, графіки і текстові документи.

ДСТУ ISO 19117:2017 (ISO 19117:2012, IDT)

Географічна інформація.
Зображення

ДСТУ ISO 19117:2017 (ISO 19117:2012, IDT) визначає концептуальну схему для опису умовних знаків, функцій зображень, які відображають геопросторові об'єкти в умовних знаках, та збирає їх у каталоги умовних знаків. Цю концептуальну схему можна використовувати при проектуванні систем зображень. Це дозволяє відокремлювати дані про об'єкти від даних їх зображення, дозволяючи зображувати дані незалежним чином.

ДСТУ ISO 19118:2017 (ISO 19118:2011, IDT)

Географічна інформація.
Кодування

ДСТУ ISO 19118:2017 (ISO 19118:2011, IDT) встановлює вимоги до визначення правил кодування для обміну даними, які відповідають серії міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація/геоматика». ДСТУ ISO 19118:2017 (ISO 19118:2011, IDT) визначає вимоги до створення правил кодування на основі UML-схем, вимоги до створення сервісів кодування, а також вимог, що пред'являються до XML на основі правил кодування для нейтрального обміну даними. ДСТУ ISO 19118:2017 (ISO 19118:2011, IDT) не визначає ніяких цифрових засобів масової інформації, не визначає будь-яких послуг передачі або протоколи передачі, а також не вказує, як кодувати великі зображення.

ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO 19119:2016, IDT)

Географічна
інформація.
Сервіси.

ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO 19119:2016, IDT) визначає вимоги до створення різних платформ та їх специфікацій, для того щоб визначити один сервіс незалежно від однієї або декількох основних розподілених обчислювальних систем. ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO 19119:2016, IDT) визначає вимоги до подальшої взаємодії від нейтральної платформи до спеціальної платформи для забезпечення відповідної та сумісної реалізації сервісів. ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO 19119:2016, IDT) посилається на Meta:Service еталонної моделі географічної інформації ISO, описаної у ISO 19101-1:2014, п. 6 та 8 відповідно. ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO 19119:2016, IDT) визначає, як класифікувати географічні сервіси відповідно до класифікації сервісів на основі архітектури, а також дозволяє класифікувати сервіси відповідно до перспективного життєвого циклу використання, а також відповідно до конкретних доменних та визначеної користувачем таксономії сервісів, забезпечуючи підтримку легшої публікації та відкриття послуг.

ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT)

Географічна
інформація. Схема для
геометрії і функцій
покриття

ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT) визначає концептуальну схему для просторових характеристик покриттів. Покриття підтримують картографування з просторової, часової або просторово-часової областей (доменів), що містять значення атрибутів, де типи атрибутів об'єктів є загальними для всіх географічних позицій всередині області. Домен покриття складається з набору прямих позицій в координатному просторі, які можуть бути визначені в термінах включно до трьох просторових вимірів, а також часовому вимірі. Приклади покриттів включають растри, нерегулярні мережі триангуляції, точкових і полігональних покриттів. Покриття є основними структурами даних в ряді прикладних областей, таких як дистанційне зондування, метеорологія і картографування батиметрії, висот, ґрунтового покриву і рослинності. ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT) визначає зв'язок між доменом покриття і пов'язаною атрибутивною областю. Характеристики просторової області визначаються в той час як характеристики атрибутивної області не є частиною ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT).

ДСТУ ISO/TS 19127:2017 (ISO/TS 19127:2005, IDT)

Географічна
інформація.
Геодезичні коди і
параметри

ДСТУ ISO/TS 19127:2017 (ISO/TS 19127:2005, IDT) визначає правила сукупності та ведення реєстрів геодезичних кодів та параметрів і визначає елементи даних відповідно до ISO 19135 та ISO 19111, необхідних у цих реєстрах. Рекомендації щодо використання реєстрів, юридичних аспектів, застосування історичних даних, повноти реєстрів та механізму ведення та обслуговування визначаються самими реєстрами.

ДСТУ ISO 19136:2017 (ISO 19136:2007, IDT)

Географічна
інформація.
Мова географічної
розмітки GML

Мова географічної розмітки (GML) – це XML кодування відповідно до ISO 19118 для передавання та зберігання географічної інформації, змодельованої відповідно до концептуальної схеми моделювання, що використовується в серії міжнародних стандартів ISO 19100, включаючи як просторові, так і непросторові властивості географічних об'єктів. ДСТУ ISO 19136:2017 (ISO 19136:2007, IDT) визначає синтаксис, механізми та конвенції схеми XML, які:

- забезпечують відкрити, нейтральну для постачальника структуру для опису прикладних схем геопросторових даних для передавання та зберігання географічної інформації в XML;
- дозволяють профілі, які підтримують належні підмножини описових можливостей рамки GML;
- підтримують опис прикладних схем геопросторових даних для спеціалізованих доменів та інформаційних спільнот;
- дозволяють створювати та підтримувати пов'язані географічні схеми та набори даних;
- підтримують зберігання та передавання прикладних схем і наборів даних;
- підвищують здатність організацій ділитися географічними схемами та інформацією, яку вони описують.

Виконавці можуть вирішити зберігати прикладні схеми та інформацію в GML, або вони можуть вирішити конвертувати з іншого формату зберігання на вимогу користувачів та використовувати GML лише для схем та передавання даних.

ДСТУ ISO/TS 19139:2017 (ISO/TS 19139:2007, IDT)

Географічна
інформація.
Метадані – XML
схема реалізації

ДСТУ ISO/TS 19139:2017 (ISO/TS 19139:2007, IDT) описує схему XML-кодування елементів метаданих, визначених в ISO 19115.

ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007; Mad 1:2011, IDT)

Географічна
інформація.
Специфікація
геопросторового
продукту

ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007; Mad 1:2011, IDT) «Географічна інформація. Специфікація геопросторового продукту» містить докладний опис набору геопросторових даних чи серії наборів геопросторових даних, а також додаткову інформацію, які забезпечать створення, постачання та використання геопросторових даних іншими користувачами. Це точний технічний опис геоінформаційного продукту з точки зору вимог, які потрібно виконати. Мета цього стандарту – надання практичної допомоги в розробленні специфікації геоінформаційного продукту відповідно до інших чинних стандартів географічної інформації.

1.4. Архітектура Національного геопорталу НІГД

1.4.1. Еталонна архітектура геопорталу OGC

OGC еталонна архітектура геопорталу заснована на геопросторовому налаштуванні загальної моделі сервіс-орієнтованої архітектури (service-oriented architecture - SOA).

SOA – це архітектура, яка реалізує модульний підхід до розроблення програмного забезпечення, що базується на забезпеченні віддаленого доступу використання розподілених компонентів - сервісів з стандартизованими інтерфейсами (рис. 1.12). Такий підхід забезпечує значну гнучкість для змін та оновлень без необхідності постійно перебудовувати архітектуру в процесі розвитку геопорталу[58].

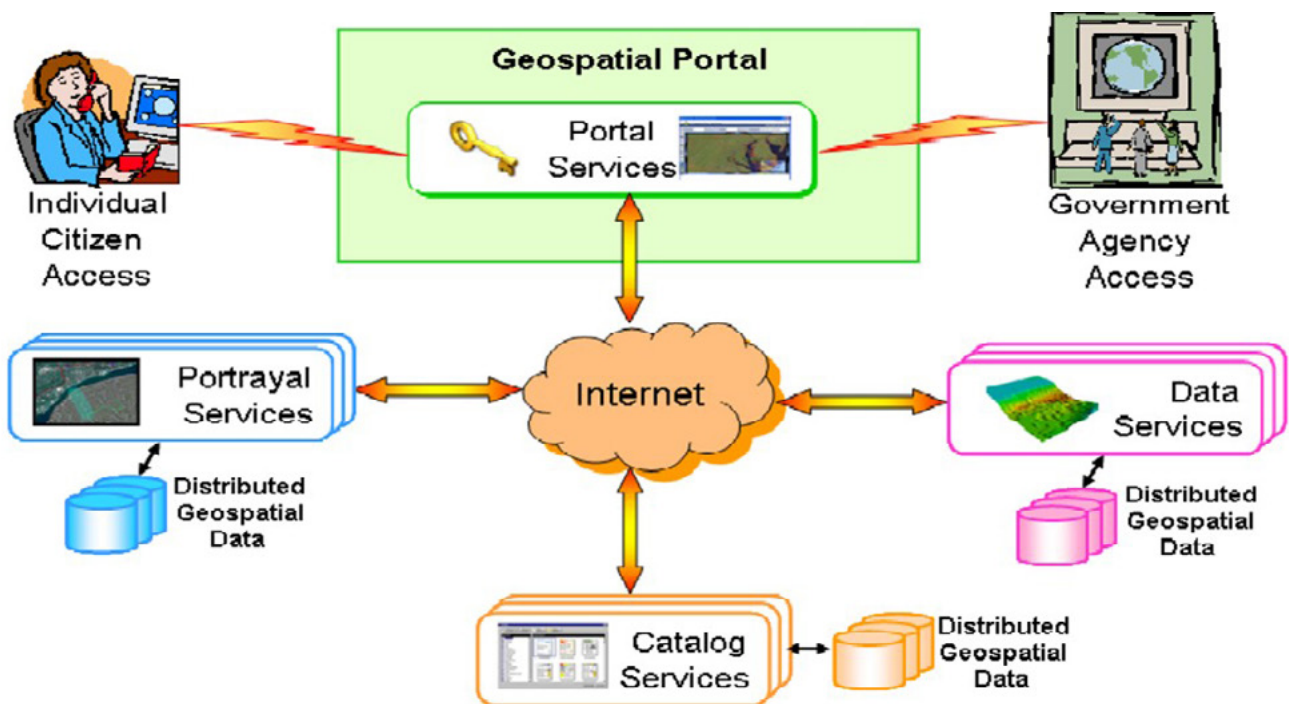


Рис. 1.12. Еталонна архітектура геопорталу OGC [OGC 04-039, 2004]

Еталонна архітектура геопорталу визначає чотири класи сервісів, які необхідні для забезпечення його комплексної реалізації і визначає стандарти інтероперабельності OpenGIS, які застосовуються до сервісів:



**сервіси
порталу**
(Portal Services)

надають єдиний доступ до геопросторової інформації на порталі. Крім того, ці сервіси забезпечують керування та адміністрування порталу.



**сервіси
каталогів**
(Catalog Services)

використовуються для визначення місцезнаходження геопросторових сервісів та інформації, де б вони не були розташовані географічно, надання інформації про знайдені сервіси користувачеві.



**сервіси
картографування**
(Portrayal Services)

використовуються для опрацювання геопросторової інформації та підготовки її для відображення і надання користувачеві.



**сервіси
даних**
(Data Services)

використовуються для надання геопросторового змісту та опрацювання даних.

Для повноти викладу сервіс-орієнтованої моделі геопорталу доцільно стисло розглянути основні принципи реалізації і використання геосервісів, як основних будівельних блоків в архітектурі геопорталу. Сервіс – як окрема частина функціональності, що надається геопорталом через прикладний програмний інтерфейс (API). В стандартах OGC для кожного типу сервісів визначається специфікація API як набір поіменованих операцій з параметрами та діями щодо перетворення даних або запиту, які будуть викликані сервісом до виконання. Можна відзначити, що для програми, яка звертається до сервісу з використанням визначеного API, сервіс – це не що інше, як сукупність операцій, що забезпечують виконання запиту, наприклад, на створення певної електронної карти за даними із бази геопросторових даних – сервіс типу WMS (Web Map Service) або на отримання власне даних в уніфікованих форматах - сервіс типу WFS (Web Feature Service). Допускається формування сервісних ланцюжків як послідовність сервісів, в якій для кожної сусідньої пари сервісів виконання дії першого необхідне для початку дії наступного. Сервісні ланцюжки можуть використовуватися для реалізації типових досить складних сценаріїв аналізу геопросторових даних та формування тематичних карт за їх результатами.

API типові геоінформаційних сервісів визначено в міжнародному стандарті ISO 19119 та стандартах OGC.

OGC еталонна архітектура геопорталу стала значним кроком розвитку електронного урядування та інфраструктур геопросторових даних на всіх рівнях. Вона забезпечує взаємодію систем з різномірним географічним інформаційним змістом та використання широкого спектру геопросторових сервісів у Всесвітній павутині WWW.

Еталонна архітектура та стандарти OGC на геоінформаційні сервіси прийняті за основу в реалізації геопорталів в інфраструктурах геопросторових даних усіх країн, а також в Європейській інфраструктурі INSPIRE.

1.4.2. Особливості реалізації геопорталу INSPIRE

Якщо звернутися до досвіду реалізації Геопорталу INSPIRE, то можна пересвідчитись в використанні сервіс-орієнтованою архітектури. На цій схемі показано, як активно використовуються геоінформаційні сервіси (рис 1.13).

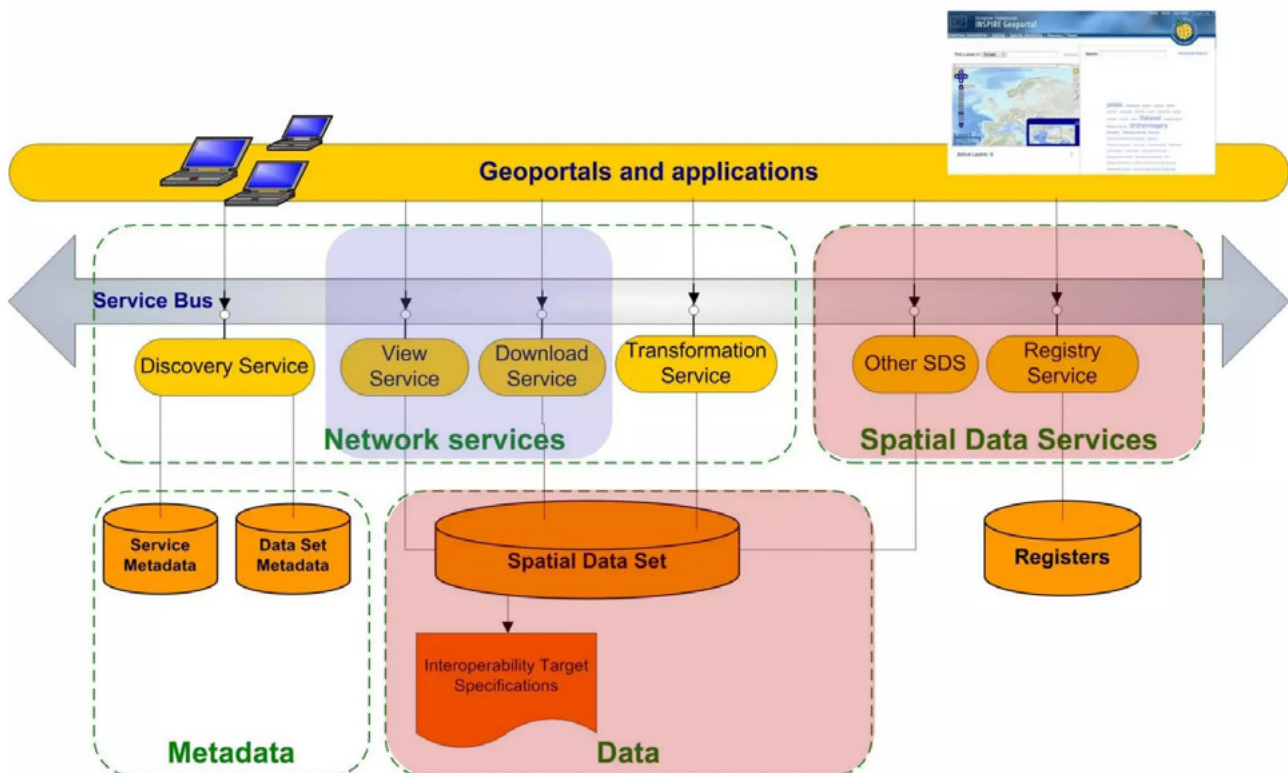


Рис. 1.13. Компоненти геопорталу INSPIRE

Важлива цінність Європейського геопорталу на думку багатьох експертів полягає в тому, що геопортал демонструє суспільству, державним службовцям, науковій спільноті чого вже можна досягти, зробивши державні геопросторові дані наочною та доступною.

Європейський геопортал надає послуги, які відповідають потребам користувачів і допомагає визначити пріоритетні сфери для вдосконалення та прогалини, які необхідно заповнити.

Треба звернути увагу, що Геопортал INSPIRE не зберігає та не підтримує власні геопросторові дані як інтегрований загальноєвропейський набір даних, оскільки вони розміщені на багатьох національних серверах по всій Європі та підтримуються організаціями чи агентствами, що відповідають за геопросторові дані. Геопортал також містить посилання на керівні матеріали, необхідний для впровадження INSPIRE та технічні специфікації наборів геопросторових даних.

1.4.3. Структура, склад та функції сервісів Національного геопорталу НІГД

Основним призначенням національного геопорталу є забезпечення оприлюднення та доступу до геоінформаційних ресурсів інфраструктури: метаданих, геопросторових даних і геоінформаційних сервісів на основі електронної інформаційної взаємодії в мережі Інтернет з геопорталами органів виконавчої влади, органів місцевого самоврядування та з геопорталами інших держателів даних. Національний геопортал проектується у відповідності до вимог 3-го покоління розвитку інфраструктур геопросторових даних і розробляється за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA) та загальними принципами реалізації геоінформаційних сервісів, що визначені у специфікаціях INSPIRE, Відкритого геопросторового консорціуму OGC (Open Geospatial Consortium) та в міжнародних стандартах серії ISO 19100 "Географічна інформація / Геоматика.

Основні функції, які повинні підтримуватися архітектурою Геопорталу INSPIRE наведені порядку пріоритету, оскільки певні поміж них можна розглядати як орієнтири для майбутніх розробок, а саме:

- публікацію та пошук геоінформаційних ресурсів з метаданими включно;
- контекстно-пов'язаний перегляд і прості запити щодо геоінформації, наприклад: вказати / вибрати об'єкти, запитати атрибути тощо;
- постачання геопросторових даних для локального оброблення, якщо реалізованих функцій геопорталу недостатньо для користувача.

У статті 15 Закону України Про НІГД визначено повноваження держателів геопросторових даних, що відповідає концепції ІГД третього покоління на основі інтегрування та взаємодії геопорталів держателів даних з використанням геоінформаційних сервісів в мережі геопорталів з чітким розподілом повноважень органів управління щодо створення і адміністрування наборів базових і тематичних геопросторових даних за принципами генералізації, інтеграції та скоординованого їх моніторингу на основі єдиної методології, загальних технічних регламентів та узгодженої технічної політики (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Схема взаємодія держателів і адміністраторів геоportалів НІГД

Законом України Про НІГД та Порядком функціонування НІГД визначено види наборів базових геопросторових даних (НБГД) та наборів тематичних геопросторових даних (НТГД), до яких надається доступ на національному геоportалі та на геоportалах держателів даних з використанням геоінформаційних сервісів. У табл. 1.3 узагальнено розподіл наборів геопросторових даних (НГД) за геоportалами різних рівнів за принципом зростання детальності та просторового розрізнення геопросторових даних від загальнодержавного до локального рівня і за принципом розподілу повноважень держателів даних щодо виробництва геопросторових даних для відповідних галузей, сфер діяльності чи територій.

На Національному геоportалі відповідно до Порядку функціонування НІГД забезпечується загальний публічний доступ до геопросторових даних та метаданих усім користувачам без необхідності реєстрації та авторизації з використанням таких засобів геоportалу:

- **сервіс пошуку**, що забезпечує виявлення геопросторових даних, геоінформаційних сервісів та метаданих на основі використання пошукової веб-сторінки геоportалу та інтерфейсу прикладного програмування геоінформаційного сервісу каталогу метаданих CSW;
- **сервіс перегляду метаданих** на основі використання веб-сторінки геоportалу для перегляду метаданих та інтерфейсу прикладного програмування геоінформаційного сервісу каталогу метаданих CSW;
- **сервіси відображення, перегляду та використання геопросторових даних** у вигляді електронних карт на основі веб-сторінки геоportалу для відображення інтерактивних електронних карт та інтерфейсу прикладного програмування картографічного веб-сервісу WMS та/або геоінформаційного сервісу картографічних тайлів WMTS.

Узагальнення розподілу доступу до наборів геопросторових даних за геопорталами НГД

ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ НГД ТА ДОСТУПУ ДО НИХ		
ТИПИ ГЕОПОРТАЛІВ	НАБОРИ БАЗОВИХ ГД	НАБОРИ ТЕМАТИЧНИХ ГД
Національний геопортал	Надає доступ до НБГД загальнодержавного рівня у масштабах 1:10 000 та 1:50 000	Надає доступ до НТГД про геопросторові об'єкти загальнодержавного значення
Геопортали центральних органів виконавчої влади	Мають доступ до НБГД загальнодержавного рівня та до деталізованих НБГД геопорталів ОМС	Надають доступ до НТГД певної галузі за повноваженнями ЦОВ, в тому числі НГД видових кадастрів, даних ДЗЗ тощо
Геопортали органів місцевого самоврядування	Надають доступ до деталізованих НБГД у масштабах 1:2000 та 1:500 на територію певної територіальної громади (міста, селища або села)	Надають доступ до НТГД про геопросторові об'єкти, що розташовані на території певної територіальної громади (міста, селища або села)
Геопортали підприємств та інших локальних територій	Надають доступ до деталізованих НБГД у масштабах 1:2000 та 1:500 на територію підприємств або інші території, що виділені за природоохоронними, ландшафтними, планувальними або іншими ознаками	Надають доступ до НТГД про геопросторові об'єкти, що розташовані на території підприємств або інших територіальних об'єктів

Типові варіанти такого використання та геоінформаційні ресурси НГП, що їх забезпечують, узагальнено у *табл. 1.4*.

Типові варіанти використання геопросторових даних користувачами геопорталу

ВИКОРИСТАННЯ	ТИПИ ДАНИХ	ФОРМАТИ ДАНИХ ТА ТИП ГСВ	МЕТАДАНИ
1. Перегляд е-карт та отримання інформації про відображені об'єкти	Електронні карти, текстові відомості про об'єкти	Растрові зображення е-карт/ WMS, WMTS	Мінімальний набір метаданих для виявлення і доступу до сервісів
2. Накладання е-карт, аналіз даних з елементами тематичного картографування	Електронні карти, набори атрибутів об'єктів	Растрові зображення е-карт/ WMS, WMTS, WPS тематичного картографування	Метадані про якість даних, склад атрибутів та часове охоплення даних
3. Геопросторове моделювання, оцінювання та прогнозування	Набори векторних моделей геопросторових даних	GML, GeoJSON, KML/ WFS, WCS, WPS + ГІС користувачів	Повна специфікація моделей даних, їх структури та класифікатори

Доступ до геопросторових даних у форматах завантаження векторних даних на геопорталах, що взаємодіють в Інтернеті, надається користувачам, що зареєструвалися в електронному кабінеті геопорталу для одноразового або систематичного отримання певних наборів геопросторових даних, у тому числі оновлених, у форматах завантаження даних з використанням таких засобів:

- **веб-сервісу геопросторових об'єктів WFS** для отримання векторних моделей геопросторових об'єктів із сервера бази геопросторових даних в уніфікованих форматах (GML, GeoJSON тощо);
- **веб-сервісу географічних назв WGS** для отримання векторних моделей даних з баз даних та реєстрів географічних назв, вулиць та адрес;
- **веб-сервісу покриття WCS** для отримання цифрових сіткових моделей рельєфу, растрових моделей даних дистанційного зондування Землі, забруднення атмосферного повітря та інших географічних полів, що описують неперервне просторове поширення певної характеристики;
- **веб-сервіс опрацювання геопросторових даних WPS** для опрацювання геопросторових даних з використанням програм засобів для перетворення, аналізу та моделювання даних, розміщених на геопорталі.

Для забезпечення сталого функціонування Національний геопортал розробляється з дотриманням загальних стандартів веб-технологій як клієнт-серверна система з тривірневою архітектурою (рис. 1.15):

- засоби для підтримки клієнта;
- веб-сервер із сервером прикладних застосунків та веб-геосервісами;
- сервер сховища даних із засобами адміністрування геопорталу.

Адміністратор Національного геопорталу забезпечує його функціонування, зберігання, підтримання та використання геопросторових даних і метаданих УкрНІГД з використанням таких технічних та програмних засобів:

- центрів оброблення даних, баз даних, репозитаріїв даних та сховищ даних, включаючи хмарні;
- інформаційно-телекомунікаційних мереж;
- геопорталів та мережних сервісів;
- засобів технічного захисту інформації та безпеки.

Вибір технічних та програмних засобів забезпечення функціонування національного геопорталу здійснює адміністратор національного геопорталу.

На рівні «клієнта» в Національному геопорталі реалізуються засоби для підтримання веб-інтерфейсів взаємодії з користувачами геопросторових даних в режимах загального публічного і захищеного доступу та держателями даних для підтримання їх діяльності з геопросторовими даними на геопорталі з використанням електронного кабінету.

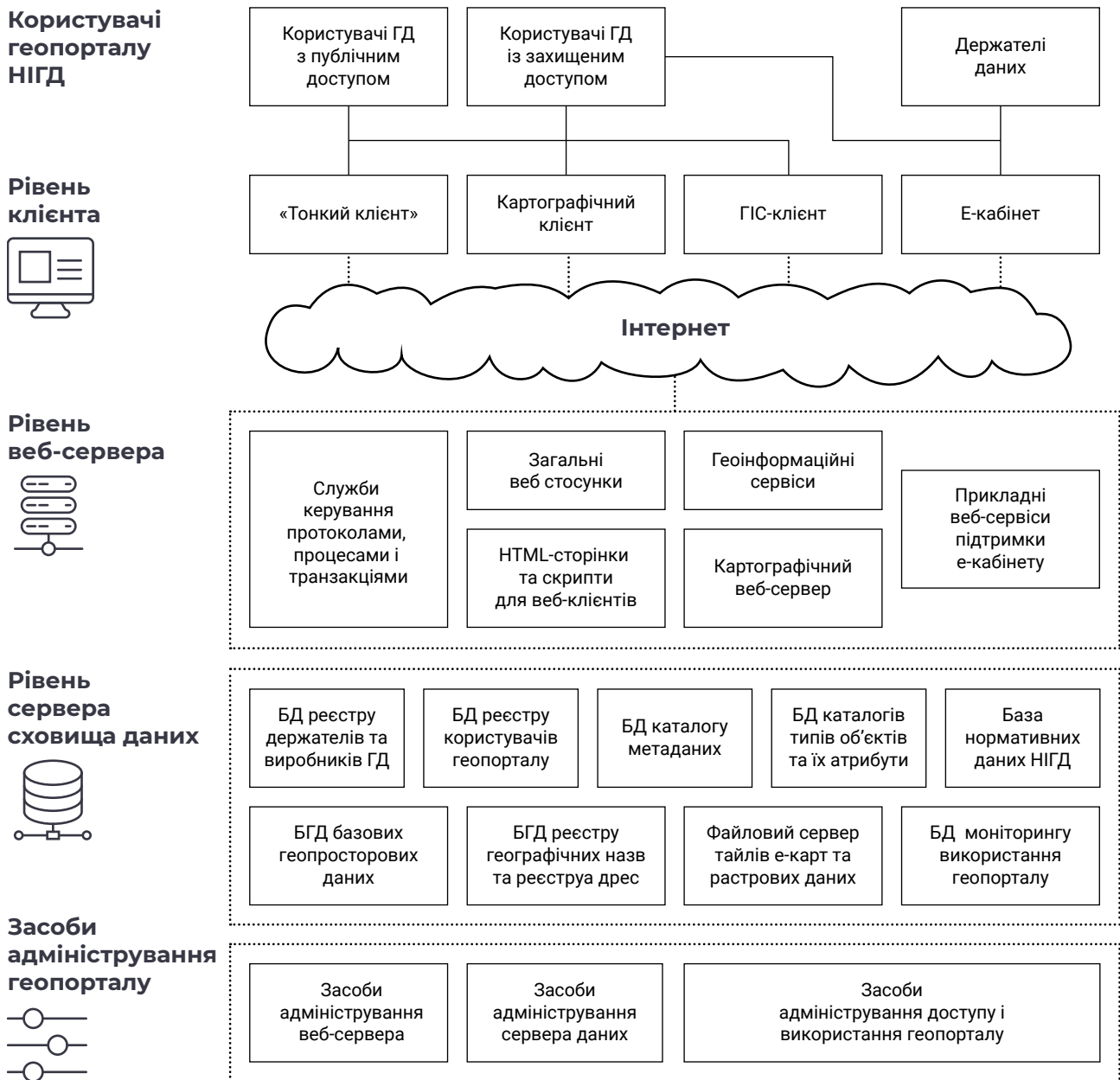


Рис. 1.14. Тривінева архітектура Національного геоportалу

Для користувачів геопросторових даних підлягають реалізації такі види веб-інтерфейсів:



«тонкий веб-клієнт»

підтримується набором взаємопов'язаних веб-сторінок для взаємодії з НГП користувачів загального публічного доступу з використанням звичайних веб-браузерів, веб-клієнтів для формування пошукових запитів до сервісу каталогу метаданих та веб-клієнта для перегляду електронних карт з використанням геоінформаційних сервісів типу WMS і WMST

02

картографічний клієнт

це картографічна веб-сторінка кваліфікованого користувача, в якій за технологією «мешап» формуються багатошарові картографічні зображення з використанням бібліотек функцій веб-картографування, геопросторових даних користувача та програмних інтерфейсів API геоінформаційних сервісів, доступних на Національному геопорталі та інших геопорталах

03

ГІС-клієнт

це варіант використання геопросторових даних в середовищі геоінформаційних систем на комп'ютері користувача з доступом до Інтернет, який отримує геопросторові дані за запитами до геосервісів геопорталу і використовує всю функціональну потужність ГІС для їх аналізу і моделювання на клієнтському комп'ютері (товстий клієнт або ГІС-клієнт)

Картографічні та ГІС-клієнти з рівнем загального публічного доступу до Національному геопорталі можуть отримувати лише зображення електронних карт за запитами до геоінформаційних сервісів типу WMS і WMST, а користувачі із захищеним рівнем доступу додатково можуть використовувати API геоінформаційних сервісів типу WFS та WCS для отримання геопросторових даних у векторних форматах, що доступні на Національному геопорталі та геопорталах держателів даних за попередніми заявками у відповідності до Порядку функціонування НІГД.

Веб-клієнт першого типу

повинен підтримуватися як на комп'ютерах, так і на мобільних пристроях (планшетах, смартфонах тощо).

Веб-клієнт електронного кабінету повинен забезпечуватися інтерфейсом взаємодії держателів геопросторових даних Національним геопорталом в процесах:

- завантаження, верифікації, введення та оновлення метаданих про набори геопросторових даних та геоінформаційні сервіси, що розміщені та доступні на геопорталах держателів даних;
- реєстрації та/або завантаження на НГП каталогів типів геопросторових об'єктів та специфікацій для наборів геопросторових даних держателів даних;
- завантаження, верифікації та оновлення наборів геопросторових даних, які держателі даних можуть розміщувати в сховищі НГП, якщо вони не мають власних геопорталів;
- отримання (вивантаження) наборів базових геопросторових даних загальнодержавного рівня із сховища НГП у векторних форматах для їх використання для створення наборів тематичних даних держателями даних.

Веб-клієнт електронного кабінету також повинен забезпечуватися інтерфейсом взаємодії користувачів геопросторових даних на рівні захищеного доступу до Національного геопорталу отримання (вивантаження) наборів геопросторових даних із сховища за попередніми заявками відповідно до Порядку функціонування НІГД.

Взаємодія клієнтів з веб-сервером геопорталу, що належить до середнього рівня цієї архітектури НГП, повинна використовувати стандартний протокол «запит-відповідь» протоколу безпечної передачі гіпертексту (HTTPS).

Середній рівень архітектури

включає такі основні засоби:

- веб-сервер геопорталу, який повинен надавати послуги керування процесами, зокрема, такими як: керування протоколами; потокова передача даних у форматах HTML/XML; системні, адміністративні та прикладні сервіси (балансування навантаження, керування доступом до даних, кешування тощо); транзакції, які спільно використовуються кількома застосунками;
- геоінформаційні сервіси з API інтерфейсами за стандартами функціонування OGC;
- прикладні веб-сервіси, що обслуговують запити користувачів електронних кабінетів геопорталу;
- картографічний веб-сервер, який забезпечує формування зображення електронних карт для візуалізації наборів геопросторових даних, розміщених в базах геопросторових даних, з використанням API геоінформаційних сервісів типу WMS і WMST.

Третій рівень архітектури

Національного геопорталу – це сервер сховища даних, який повинен забезпечувати керування доступом до баз даних, файлових серверів та інших інформаційних ресурсів геопорталу, зокрема:

- база даних реєстру держателів і виробників геопросторових даних та адміністраторів їх геопорталів;
- база даних реєстру користувачів геопросторових даних, яким надано захищений рівень доступу геопросторових даних у векторних форматах;
- база даних каталогу метаданих геопросторових даних та геоінформаційних сервісів мережі геопорталів, що взаємодіють в Інтернеті;
- база даних каталогів типів об'єктів та їх атрибутів з реєстром специфікацій для наборів геопросторових даних;
- база геопросторових даних загальнодержавного рівня та база геопросторових даних реєстру географічних назв і адрес;
- база даних моніторингу використання Національного геопорталу;
- база нормативних даних НГД;
- файловий сервер тайлів електронних карт та растрових даних.

Сервер сховища даних НГП повинен реалізуватися з використання систем керування об'єктно-реляційними базами даних (ОР СКБД) із додатковими функціональними розширеннями, які забезпечують зберігання, маніпулювання та аналіз геопросторових даних на рівні SQL доступу до даних.

Підсумки та загальні висновки

Розгляд еволюції розвитку НІГД і аналіз міжнародного досвіду свідчить, що розвинені країни вступили вже в етап розвитку інфраструктур геопросторових даних третього покоління, в той час як оцінка стану розвитку НІГД в Україні, що виконана за Методологією IGIF Комітету експертів UN-GGIM на множині 98 індикаторів станом на 2021 р., становить 0,36 або 36%, що відповідає рейтингу країн з “геопросторовим розривом”.

Особливої актуальності в сучасному стані розвитку національної інфраструктури геопросторових даних набуває перехід від інфраструктури картографічного виробництва до інфраструктури геопросторових даних як системи міжгалузевої інтеграції геопросторових даних та даних всіх видів кадастрів для забезпечення широкого доступу до них в інформаційних мережах на загальнодержавному, регіональному та місцевому рівнях. Цей перехід відбувається на основі підвищення рівня інтероперабельності базових та тематичних геопросторових даних, розроблення специфікацій – детального опису геопросторових даних, та метаданих з урахуванням міжнародних стандартів серії ISO 19100 “Географічна інформація / Геоматика”, стандартам Open Geospatial Consortium, специфікацій Директиви INSPIRE та вимогам чинного законодавства Національної інфраструктури геопросторових даних.

Прийняття Закону України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних”, постанови Кабінету Міністрів України “Порядок функціонування національної інфраструктури геопросторових даних” та Технічних вимог до метаданих, до специфікацій геопросторових даних, до геоінформаційних сервісів геопорталів та Технічних вимог та методів забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів сформувало базове законодавство національної інфраструктури геопросторових даних, яке в цілому відповідає рівню третього покоління еволюції інфраструктур геопросторових даних розвинених країн та Директиви INSPIRE.

Подальший розвиток законодавства України сфері національної інфраструктури геопросторових даних полягає в розробленні підзаконних нормативно-правових актів, необхідних для реалізації положень цього Закону та приведення своїх нормативно-правових актів у відповідність із цим Законом на основі дотримання вимог законодавчої інтероперабельності та узгодженості щоб не виникало бар’єрів для міжгалузевої взаємодії і інтеграції в процесі виробництва, обміну та використання геопросторових даних.

Подальший розвиток НІГД передбачає необхідність:

- визначення Держателя - координатора по кожному набору геопросторових даних, відповідального за цілісність атрибутів, відсутність їх дублювання та за їх класифікацію;
- встановлення конкретного Держателя, відповідального за кожний атрибут, або множини атрибутів по відповідному набору геопросторових даних.

Важливим для розвитку НІГД є подальша гармонізація міжнародних стандартів серії ISO 19100 “Географічна інформація / Геоматика” і активна участь в роботі Open Geospatial Consortium, створює умови для: забезпечення високого рівня інтероперабельності та інформаційно-технологічного рівня геопросторових даних та розроблення специфікацій геопросторових даних –

детального опису геопросторових даних та метаданих для здійснення пошуку і попередньої оцінки змісту та якості необхідних геопросторових даних.

Створення Національного геопорталу НІГД має відповідати 3-му поколінню розвитку інфраструктур геопросторових даних, розроблений за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA) та загальними принципами реалізації геоінформаційних сервісів, що визначені у специфікаціях INSPIRE, Відкритого геопросторового консорціуму OGC (Open Geospatial Consortium) та в міжнародних стандартах серії ISO 19100 "Географічна інформація / Геоматика.

Аналогічно з досвідом розвитку INSPIRE в європейських країнах створення Національного геопорталу з мережею геопорталів інших держав, його відкритість і доступність, сприяє вирішенню проблеми подолання п'яти основних перешкод, які стримують розвиток НІГД:

- 1) прогалини в геопросторових даних, включаючи відсутність або неповноту даних, бо вони будуть очевидні ;

- 2) відсутність документації, включаючи специфікації та метадані, які обмежують повторне використання даних, так само вони будуть очевидні всім;

- 3) несумісність геопросторових даних, що обмежує можливості для об'єднання декількох наборів даних;

- 4) несумісність ГІС, що ускладнює пошук, доступ та повторне використання геопросторових даних;

- 5) перешкоди для обміну і повторного використання геопросторових даних, таких як інституційні, фінансові та правові бар'єри, що заважають або затримують використання існуючих геопросторових даних.

Запитання для самоконтролю

- 1) Хто такі держателі геопросторових даних та які їх основні повноваження, визначені у Законі України “Про національну інфраструктуру геопросторових даних?”

- 2) З яких компонент складається національна інфраструктура геопросторових даних?

- 3) Що формує організаційно-технологічну основу функціонування НІГД?

- 4) Який склад базових геопросторових даних?

- 5) На якій основі створюються тематичні геопросторові дані?

- 6) В чому полягає інтероперабельність геопросторових даних?

- 7) Які обов’язки покладаються на Раду з національної інфраструктури геопросторових даних?

- 8) Як Держателі забезпечують доступ до геопросторових даних та метаданих?

- 9) Чи є безоплатним доступ до геопросторових даних та метаданих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування?

- 10) Який суб’єкт стандартизації здійснює розроблення і погодження національних стандартів, кодексів усталеної практики та змін до них?

- 11) Як можна отримати доступ до національних стандартів?

- 12) Які міжнародні стандарти можуть використовуватися у разі відсутності національних стандартів в сфері національної інфраструктури геопросторових даних?

- 13) Якій національний стандарт використовується для розроблення специфікації геопросторового продукту?

- 14) Доступ до яких баз даних повинен забезпечувати сервер сховища даних Національного геопорталу НІГД?

- 15) Який зміст веб-інтерфейсу “тонкий веб-клієнт” Національного геопорталу НІГД?

- 16) Які є типові варіанти використання геопросторових даних користувачами Національного геопорталів?

РОЗДІЛ 2.



ГЕОПРОСТОРОВІ ДАНІ ТА ПРИНЦИПИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЇХ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

Цей розділ є вступом до предмету забезпечення інтероперабельності геопросторових даних як ключової компоненти НІГД. В ньому розглядаються: загальний зміст геоінформаційного моделювання як основна мета створення геопросторових даних і використання ГІС; базові моделі геопросторових даних і засоби їх реалізації, підтримання й використання в базах геопросторових даних; принципи та методи забезпечення інтероперабельності геопросторових даних.

2.1. Види геопросторових даних та їх використання в ГІС

2.1.1. Загальні відомості про ГІС та геопросторові дані

Зазвичай геопросторові дані, геоінформаційні системи (ГІС) і, навіть, геопортали НІГД пов'язують з можливістю отримання та перегляду електронних карт. Насправді, ключове призначенням і сенс ефективного використання геопросторових даних та ГІС полягає в можливості геоінформаційного моделювання території з урахуванням просторового розміщення та взаємодії об'єктів і явищ у просторово-часовому вимірі.

Географічна інформаційна система (ГІС) – це сучасна комп'ютерна технологія для моделювання й аналізу об'єктів реального світу, а також процесів, які відбуваються в геосистемі. Ця технологія поєднує традиційні операції роботи з базами даних, такими як запити і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної картографічної візуалізації та географічного (просторового) аналізу на основі цифрових моделей місцевості й усього арсеналу математичних методів та інформаційних технологій.

Йдеться про нову предметну сферу – **геоінформатику**, в назві якої визначається як сам гіперскладний об'єкт дослідження – геосистема, так і комплексний метод його дослідження на основі комп'ютерних інформаційних технологій. Предметом геоінформатики, як і географії, є географічна оболонка Землі завтовшки в декілька кілометрів (атмосфера, літосфера, гідросфера, біосфера), а також процеси взаємодії всіх її складових. Враховуючи роль і вплив людини на природу, в геосистему включають також соціосферу і техносферу. До фундаментальних методів і принципів географічного підходу в вивченні геосистеми належать: територіальність, комплексність, конкретність і глобальність на основі використання загальної для географічної науки картографічної мови.

Інформатика вивчає закономірності та методи збирання, накопичення, передавання й оброблення інформації з використанням комп'ютерних технологій. Виходячи з цього, можна конкретизувати предмет і задачі геоінформатики, які полягають у дослідженні інформаційних потоків про геосистему, у вивченні закономірностей та методів збирання, накопичення, передавання та опрацювання інформації про об'єкти і явища геосистеми з використанням комп'ютерних технологій.

Географічна складова у назві ГІС відображає лише основні принципи та методологію географічного підходу до моделювання реального світу, що реалізуються в цих системах. Застосування ж ГІС не обмежується суто географічною проблематикою. Уже сьогодні вони здатні забезпечити просторово-часовою інформацією усі ланки моделювання та управління в різноманітних сферах професійної діяльності (територіальне планування, кадастри природних ресурсів, землі й нерухомості, екологія, військова справа, навігація і транспорт тощо). Геоінформатика сформувалася як сфера діяльності, що поєднує науку про принципи і методи цифрового моделювання об'єктів реальності у формі геопросторових даних, технології створення і використання геоінформаційних систем, виробництво геоінформаційної продукції і надання геоінформаційних послуг.



Рис. 2.1. Узагальнена концепція геоінформаційного моделювання в ГІС

Сутність геоінформаційного моделювання реального світу (рис. 2.1) полягає в реалізації методів та принципів географічного підходу до вивчення геосистеми на основі:

- інформаційних технологій збирання геопросторових даних;
- комп'ютерного уявлення географічних об'єктів та явищ в моделях геопросторових даних;
- програмних засобів геопросторового аналізу та моделювання;
- засобів візуалізації інформаційних моделей та результатів моделювання як складової мови взаємодії в системі "людина – комп'ютер" із використанням електронних карт та інших геообразень.

Смислове та змістовне трактування термінів **геоінформаційне моделювання, ГІС та геопросторовий аналіз** значною мірою залежить від професійних інтересів суб'єкта, що дає визначення. Переглядаючи презентаційні та рекламні матеріали виробників інструментальних ГІС, можна подумати, що вони здатні вирішити проблеми будь-якої організації, так само як і світові. Але завжди слід пам'ятати про прикладні аспекти застосування ГІС. Вони полягають у

тому, що інструментальні ГІС – це лише набори чудових засобів, які можуть бути ефективно використані для вирішення прикладних проблем як мінімум за двох об'єктивних обов'язкових умов:

- **наявність достовірних геопросторових даних**, що організовані за схемами інформаційно-логічних моделей, які адекватно відображають структуру та властивості прикладної предметної сфери;
- **відповідність вибраних інструментальних методів геопросторового аналізу та послідовності їх застосування** закономірностям і процесам реального світу, що моделюється.

Комп'ютерне уявлення географічних об'єктів та явищ реального світу в моделях геопросторових даних належить до найважливіших компонентів геоінформаційного моделювання. Докладніше аспекти моделей геопросторових даних розглядаються у відповідних розділах цього посібника. Тут, звернемо увагу лише на три системні аспекти ключової ролі моделей геопросторових даних в ефективності практичного застосування ГІС.

По-перше, об'єктивно, що від актуальності, повноти, логічної структури та якості геопросторових даних значною мірою залежить рівень адекватності змодельованого світу реальному. А оскільки саме на основі змодельованого світу в інформаційних системах управління оцінюється стан об'єктів, їх просторова взаємодія, динаміка й прогнозування розвитку територій чи надзвичайних ситуацій та багато іншого, то від якості, актуальності та достовірності моделей геопросторових даних безпосередньо залежить якість та ефективність прийнятих рішень.

По-друге, від способу організації геопросторових даних, рівня уніфікації моделей та форматів їх подання залежить архітектура та рівень уніфікації (найбільш наукоємних і тому вартісних) компонентів ГІС – програмних засобів геопросторового аналізу, моделювання й візуалізації, а також рівень інтегрування ГІС з іншими інформаційними системами, зокрема в сучасному середовищі глобальних інформаційних мереж типу Інтернет. Іншими словами, від способу, уніфікації моделей та форматів подання геопросторових даних залежить інтероперабельність ГІС, тобто здатність до функціональної й інформаційної взаємодії як її внутрішніх програмних компонентів, так і ГІС з іншими інформаційними системами.

По-третє, як правило для вирішення будь-якої практичної прикладної задачі, що пов'язана з управлінням територією, використанням природних ресурсів, ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій тощо потрібно оперативно отримувати актуальні геопросторові дані з різних джерел від різних держателів геопросторових даних. Основне призначення НІГД полягає саме в забезпеченні прямого, оперативного та ефективного доступу до інтероперабельних геопросторових даних із різних джерел для геоінформаційного моделювання в процесі підготовки прийняття управлінських рішень в різних сферах і територіального охоплення.

2.1.2. Базові типи геопросторових даних

Поняття «геопросторові дані» виникло на початку 60-х років минулого століття в період перших експериментів із створення ГІС. В ДСТУ ISO 19101:2009: Географічна інформація.

Еталонна модель [11] термін геопросторові дані визначається як дані або набори даних про геопросторові об'єкти, що мають безпосередню чи опосередковану прив'язку до місцеположення на Землі, яке визначено у певній системі просторово-часових координат.

Зазвичай геопросторові дані, складаються із двох взаємопов'язаних частин – позиційної (геометричної) і непозиційної (атрибутивної), які відповідно описують просторове положення і тематичний зміст даних (властивості об'єктів). Процес визначення позиційної складової геопросторових даних називається **геокодуванням**.

В даних з безпосередньою просторовою прив'язкою має місце **пряме геокодування**, за якого позиційна складова задається координатами місцеположення об'єкта та відрізками ліній, що визначають контури його форми.

Опосередковану просторову прив'язку називають **геокодуванням за географічними ідентифікаторами**.

Довідники географічних назв об'єктів з їх кодами та безпосередньою просторовою прив'язкою називаються **газетирами**. Уніфікація структури і змісту довідників географічних назв та їх використання в ГІС є об'єктом стандартизації міжнародного стандарту ISO 19112 Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами [18].

Усі геопросторові об'єкти та явища за типами просторової локалізації поділяються на два суперкласи (рис. 2.2):

- 1) **географічні поля**, що існують скрізь та моделюються як деяка функція просторового розподілу певної характеристики;
- 2) **дискретні об'єкти** з чітко визначеними межами свого просторового місцеположення та поширення.

До географічних ідентифікаторів належать унікальні коди пойменованих географічних об'єктів, наприклад:

- КОАТУУ/КАТОТТГ – код об'єктів адміністративно-територіального устрою України;
- міжнародні коди країн світу;
- код адреси в реєстрі адрес для даних, що мають адресну прив'язку;
- географічні назви (топоніми) природних об'єктів: гір, вершин, морів, річок, озер тощо.

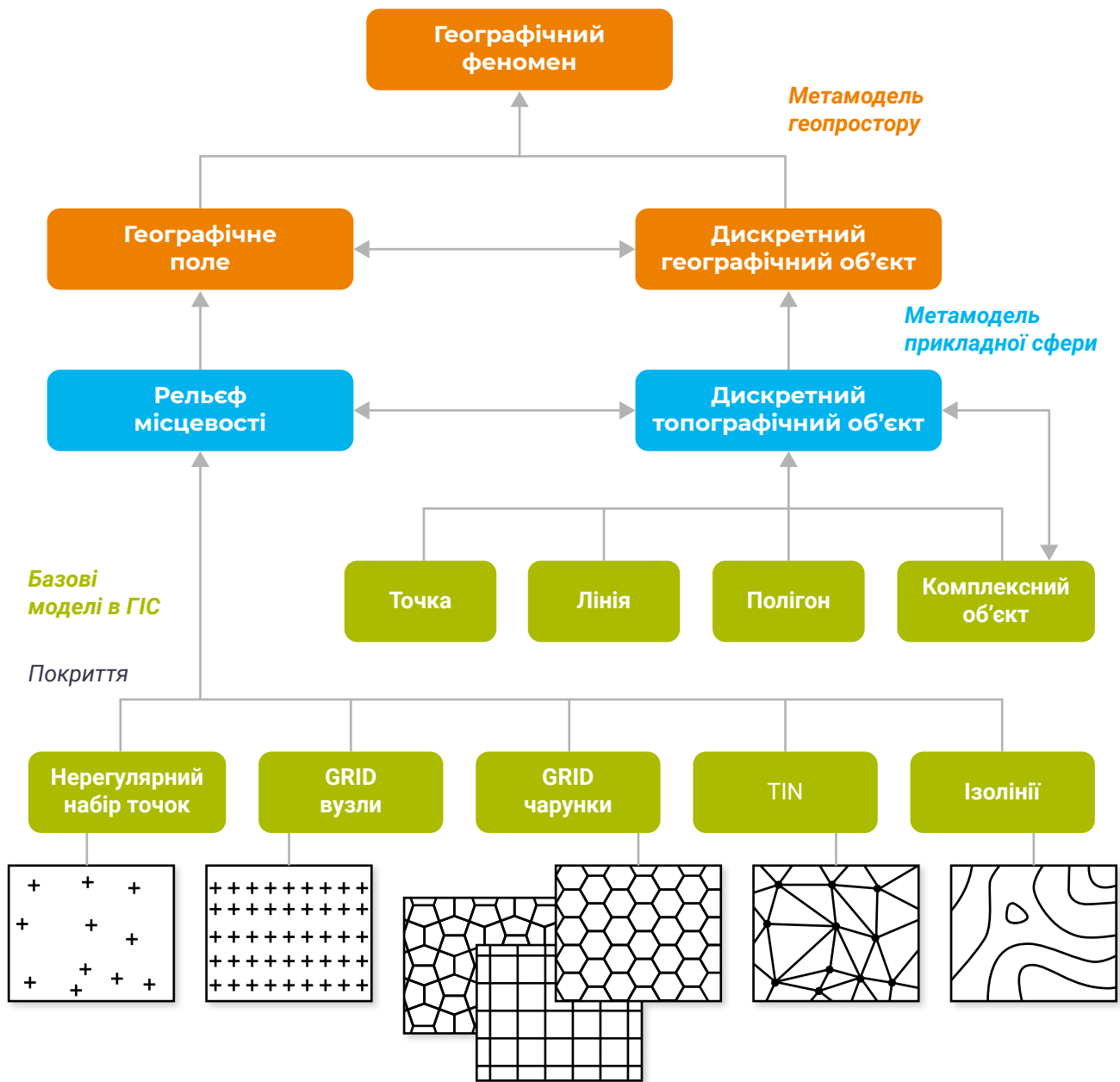


Рис. 2.2. Концептуальна схема базових моделей геопросторових даних

На рис. 2.2 для прикладної сфери "топографія" до суперкласу географічне поле належить топографічна поверхня або рельєф місцевості, що існує скрізь, а до дискретних об'єктів – топографічні об'єкти з чітко визначеними межами їх просторової локалізації.

На рівні базових моделей в ГІС географічне поле подається як покриття [20], яке має певну геометричну модель просторового поширення та відповідну функцією інтерполяції значення характеристики поля у будь-якій точці геопростору. Геометрична модель покриття може задаватися у вигляді набору нерегулярно розташованих точок, регулярних сіток або GRID-моделей (вузлової та чарункової), нерегулярної мережі трикутників або TIN-моделі (від англ.: *Triangular Irregular Networks*) та ізоліній.

Однією поміж базових моделей цифрового подання географічного поля в ГІС є растрова модель (рис.2.3) – цифрова модель, що ґрунтуються на способах квантування простору за допомогою регулярної сітки розмірністю $N \times M$, якій у відповідність ставиться прямокутна матриця такої ж розмірності, кожний елемент якої характеризується набором ознак, а його місцеположення номером рядка та стовпчика в матриці.

Множина комірок утворює регулярне покриття або сітку, яку ще називають GRID-моделлю. В растрових моделях подаються також дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), цифрові знімки, ортофотоплани, ортофотокарти тощо.

Дискретні географічні об'єкти (англ.: *feature*) – природні або штучні, цілісні та відносно сталі географічні утворення, що характеризуються певним місцем розташування на поверхні Землі відрізняються за розміром й формою, та подаються в ГІС переважно векторними моделями або векторними даними.

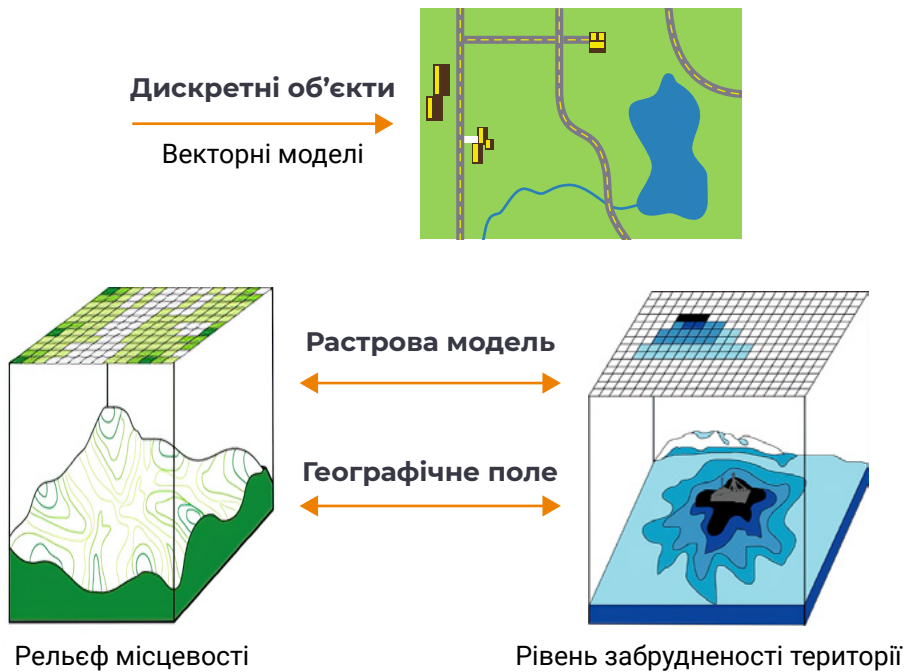


Рис. 2.3. Растрові та векторні моделі геопросторових даних

2.1.3. Властивості векторних даних

Векторні дані (vector data) –

моделі просторових об'єктів, визначені в термінах границь та подані за допомогою конструктивних геометричних примітивів [15, 21].

Геометричний примітив – це геометричний об'єкт, що відображає окремий, зв'язаний, гомогенний елемент простору. Геометричні примітиви – неподільні об'єкти (точки, криві, поверхні і тіла), що використовуються для подання інформації про місцезположення та форму просторових об'єктів.

Точка – об'єкт, положення якого визначається 2, 3 або 4 координатами, залежно від розмірності простору моделі.

Полілінія – упорядкована множина з'єднаних вершин $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}, v_n \neq v_1$, де з'єднання (ребра) є прямими відрізками. Вершина v_1 має назву початку полілінії та v_n – кінець полілінії.

Полігон – замкнута фігура на площині, межа якої складається із упорядкованої множини з'єднаних вершин, $v_1, v_2, \dots, v_{n-1}, v_n = v_1$, де з'єднання (ребра) відрізки прямої (рис. 2.4). Якщо ребра не перетинається між собою, то полігон має просту (однозначну) геометрію. В простому полігоні при проходженні межі в напрямку за годинниковою стрілкою внутрішній простір полігону завжди праворуч від спостерігача.

За специфікацією OGC [44] полігон – це «площинна поверхня, що обмежена одним зовнішнім контуром та 0 або більше внутрішніми контурами». Кожна внутрішня межа визначає отвір в полігоні.

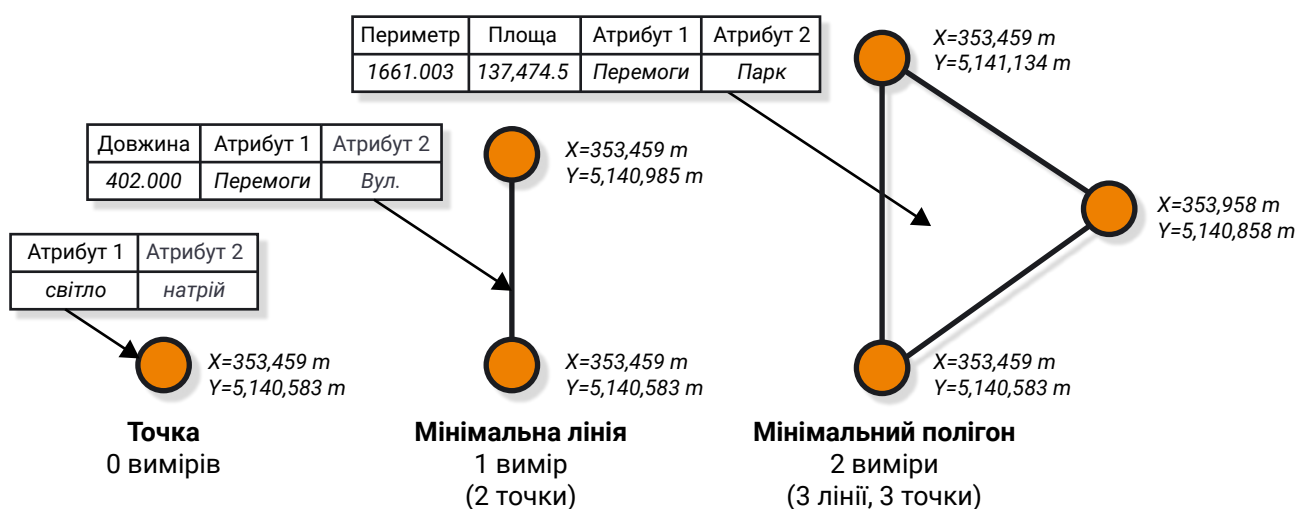


Рис. 2.4. Приклади найпростіших точкових, лінійних та полігональних об'єктів з атрибутами [47]

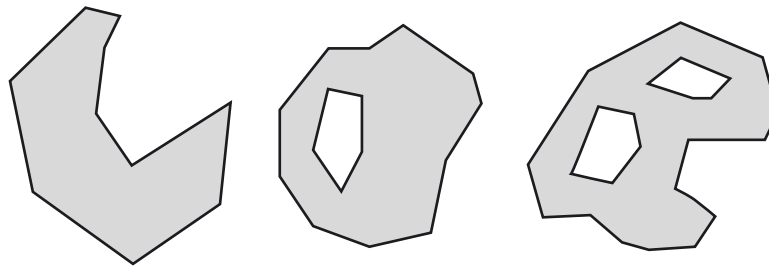


Рис. 2.5. Приклади полігонів за специфікацією OGC [44]

Об'ємне тіло – тривимірний (об'ємний) об'єкт, вершини якого описуються трійкою координат, включно з аплікатою Z, та обмежений поверхнями.

Оскільки всі векторні дані, включаючи лінії та полігони, зрештою побудовані та множині характерних точок, то до геометричних елементів цих даних можна просто застосовувати операції перетворення систем координат із збереженням топології. Для цього необхідно переобчислити координати усіх точок у векторних моделях усіх об'єктів із однієї системи координат в іншу.

Векторні дані часто мають перевагу порівняно з растровими, оскільки вони є точнішими та дозволяють створювати візуально привабливіші картографічні зображення (рис. 2.6). Координати точок можуть зберігатися з великою точністю, а лінії та полігони, створені за допомогою цих точок, відображаються «без растрових зубців» при перегляді в різних масштабах.

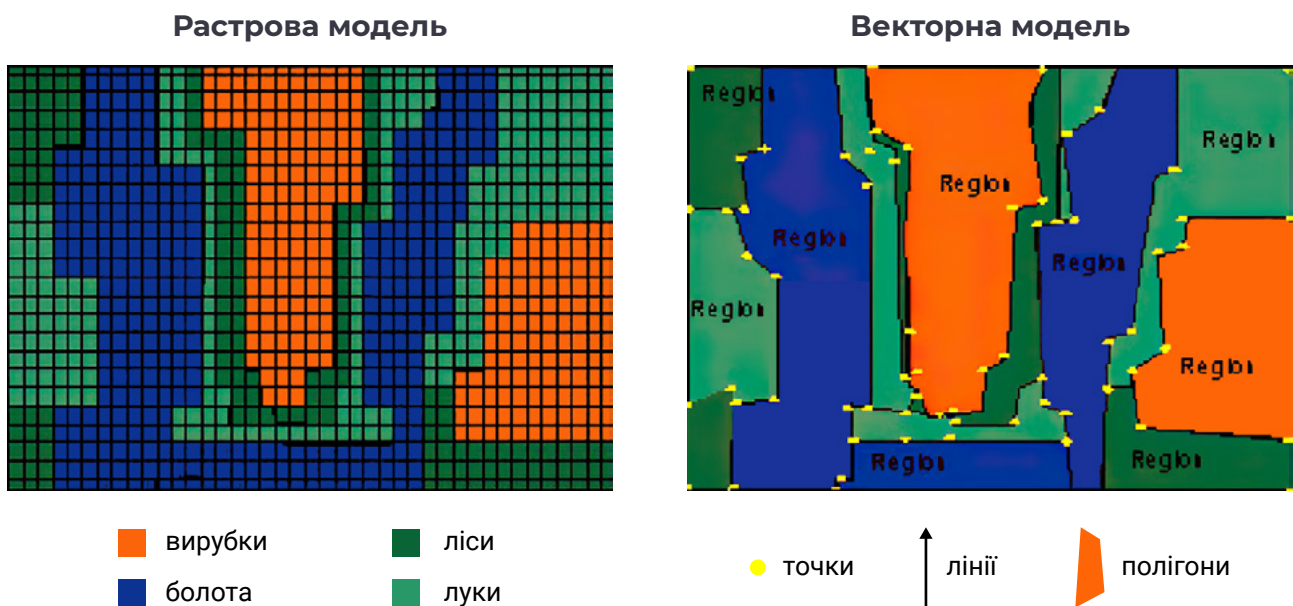


Рис. 2.6. Порівняння зображень растрових та векторних моделей території

Векторні моделі також забезпечують компактніше зберігання даних, оскільки достатнім є зберігання лише даних про межі об'єктів, а не про їх області просторового поширення. Разом з цим, векторні моделі потребують додаткових обчислювальних витрат при просторовому аналізі. Наприклад, для аналізу перетинання або накладання векторних об'єктів необхідно

визначати точки перетинання контурів, аналізувати належність точок полігонам тощо, що потребує виконання багатьох обчислювальних операцій відповідними комп'ютерними програмами.

Для об'єктів векторної моделі визначають дві фундаментальні характеристики – координатна і топологічна розмірності.

Координатна розмірність

(*coordinate dimension*) –

кількість вимірів або осей для опису положення об'єктів в системі координат [15, 21].

Об'єкти у векторних моделях подаються на множині точок, а отже координатна розмірність усіх об'єктів буде визначатися числом координат, що задають положення точок в просторі та часі (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Типи координатної розмірності векторних моделей

УМОВНА ПОЗНАКА РОЗМІРНОСТІ	НАЗВА РОЗМІРНОСТІ	УМОВНА ПОЗНАКА КООРДИНАТ ТОЧОК
2D	Двовимірна просторова	(X, Y)
3D	Тривимірна просторова	(X, Y, Z)
3DT	Тривимірна просторово-часова	(X, Y, T)
4DT	Чотиривимірна просторово-часова	(X, Y, Z, T)
2.5D	2.5-вимірна просторова	(X, Y, h)
2.5DT	2.5-вимірна просторово-часова	(X, Y, h, T)
2DM	Двовимірна просторова з M-координатою	(X, Y, M)
3DM	Тривимірна просторова з M-координатою	(X, Y, Z, M)
3DTM	Тривимірна просторово-часова з M-координатою	(X, Y, T, M)
4DTM	Чотиривимірна просторово-часова з M-координатою	(X, Y, Z, T, M)

2D та **3D** координатні розмірності можна назвати традиційними або базовими розмірностями. Вони використовуються для опису положення об'єктів в евклідовому просторі в системі прямокутних координат певної картографічної проекції (X,Y) або в геодезичній системі координат в градусній мірі (B,L – широта, довгота) можливо з координатою Z для опису висотної складової місцеположення об'єктів.

3DT та **4DT** координатні розмірності містять додаткову координату в часовому вимірі T для моделювання рухомих об'єктів та динамічних процесів, просторове положення яких змінюються в евклідовому просторі.

2.5D та **2.5DT** координатні розмірності характерні для моделей з 2D координатною розмірністю, в яких один із атрибутів об'єктів може бути використаний як параметр h для розрахунку третьої координати для усіх точок векторної моделі об'єктів. Приклади геопросторових об'єктів з 2.5D координатною розмірністю:

- 1) ізолінії (горизонталі) на топографічних картах – це ламані лінії з атрибутом висоти точок горизонталі над рівнем моря або іншим вибраним рівнем (горизонтом);
- 2) контури положення будинків в плані з атрибутом висоти або кількості поверхів кожного будинку, які дозволяють з певною точністю відтворити тривимірну модель будинків;
- 3) горизонталі з атрибутами висоти і часу є векторними даними з 2.5DT координатною розмірністю, що можуть використовуватися для відображення моніторингових даних, наприклад, щодо зміни рельєфу (зсуви, яружна ерозія тощо).

Координатні розмірності з М-координатою (М від англійського *measure* – міра, вимірювання) визначені в міжнародних стандартах з географічної інформації та використовуються в сучасних ГІС для подання значення певної вимірної характеристики в точках евклідового простору та, можливо, з урахуванням часу. Зазвичай, М-координата не використовується для обчислення метричних характеристик (відстані, площі чи об'єму), але може використовуватися для побудови тематичних поверхонь або для реалізації додаткового лінійного виміру вздовж осьової лінії, наприклад, річки (як віддаль від гирла річки) або автомобільної дороги (як віддаль від населеного пункту). Але в стандартах не накладається обмеження на зміст М-координати та на обов'язковість зростання її значення вздовж лінійного об'єкта.

В ГІС чи базах геопросторових даних передбачено опис параметрів референцних систем координат, в яких визначені координати точок геометричних об'єктів та координата М. Зауважимо, що часова координата поки що розглядається в теорії ГІС на концептуальному рівні. В сучасних ГІС час в наборах даних подається як відповідний атрибут геопросторових об'єктів.

Топологічна розмірність геометричних елементів (*topological dimension*) – визначається як мінімальна кількість незалежних змінних, що необхідні для розрізнення сусідніх точок одна від одної в межах геометричного об'єкта [15]. Можна також сказати, що топологічна розмірність це кількість вимірів, які можна використати для опису просторових властивостей геометричних об'єктів (периметр, площа, об'єм), незалежно від їх координатної розмірності. За топологічною розмірністю вирізняють:

- 0-вимірні – це точкові об'єкти, вони мають нульові периметр, площу тощо;
- 1-вимірні – лінійні об'єкти з виміром довжини лінії як траєкторії переміщення точки;
- 2-вимірні – площинні об'єкти (полігони, багатокутники) характеризуються периметром та площею;
- 3-вимірний – суцільні тіла у випадку лінійних багатогранників описуються довжиною ребер, площею граней та об'ємом.

Топологічні властивості та відношення. До топологічних властивостей векторних моделей, крім розмірності, належать: замкнутість, зв'язність, простота, знаходження на межі, всередині або поза певною областю простору тощо.

Прикладами топологічних відношень об'єктів є їх властивості «перетинатися» або «не перетинатися», «дотикатися», «бути всередині», «містити інші», «збігатися».

Одним із найважливіших чинників якості векторних моделей об'єктів є топологічна коректність і топологічна узгодженість їх геометрії. Це стосується просторових відношень як між геометричними елементами й об'єктами одного класу, так і відношень між геометричними елементами й об'єктами різних класів. Наприклад, земельні ділянки мають утворювати топологічно коректу модель суцільного покриття без пропусків і перекриття (накладання) земельних ділянок (рис.2.7). Таке ж покриття мають утворювати коректні просторові моделі кадастрових кварталів, кадастрових зони, об'єктів деяких підкласів тематичних зон, наприклад: функціонального зонування, зон поширення агровиробничих груп ґрунтів, економіко-планувальних зони тощо.

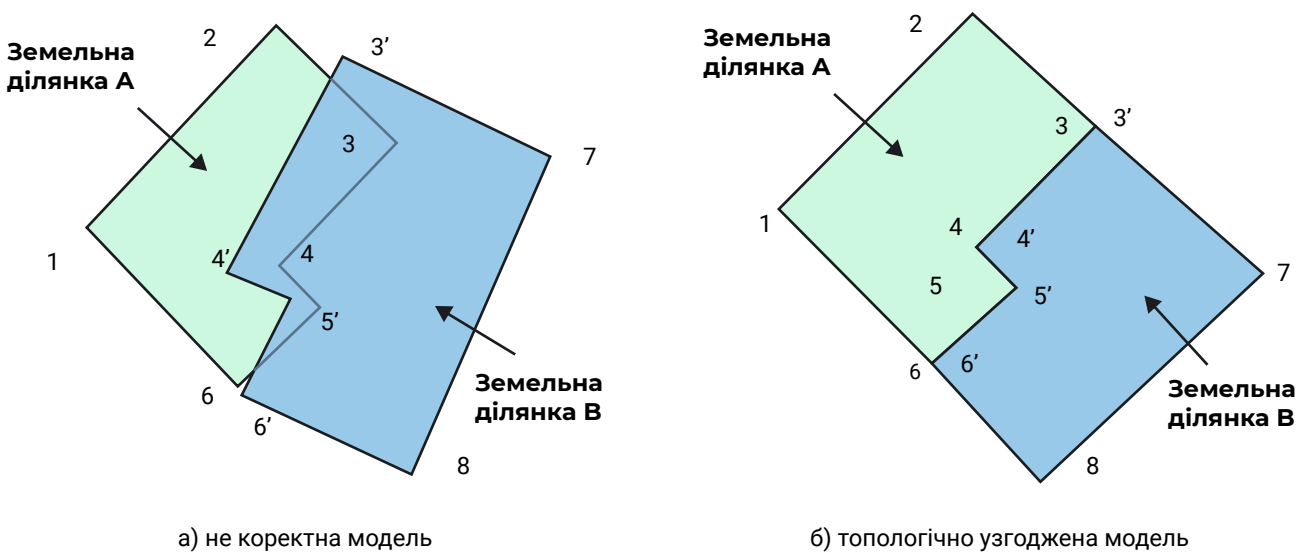


Рис. 2.7. Просторові полігональні моделі двох земельних ділянок

Разом з цим, такі підкласи тематичних зон як охоронні зони, зони дії обмежень у використанні земель, зони дії сервітутів та інші подібні об'єкти земельного кадастру, що за своїм походженням (функцією) найчастіше належать до буферних зон навколо об'єктів інших класів, не утворюють суцільного топологічного покриття класу. Кожний клас подібних об'єктів утворює тематичну сукупність в загальному випадку простих не зв'язаних полігонів.

Прикладом топологічної узгодженості геопросторових об'єктів різних класів може бути узгодженість точок і відрізків меж земельних ділянок, кадастрових кварталів, кадастрових зон, меж об'єктів адміністративно-територіального устрою країни тощо.

Деякі автори топологічну узгодженість просторових моделей об'єктів позначають терміном «**об'єкти зі спільною геометрією**», ґрунтуючись на структурі побудови такої моделі у вигляді спільного набору точок та відрізків ліній, на множині яких визначаються полігони власне об'єктів.

В теорії топологічних моделей просторових об'єктів подібні структури називають «планарним графом», цим самим наголошується основне правило цієї структури – геометричні елементи моделі об'єктів одного або кількох класів утворюють таку множину ребер (дуг або лінійних відрізків) планарного (площинного) графу, визначених на множині вузлів (точок, вершин), в якій жодне ребро графу не перетинається з іншим.

Якщо поміж відрізками геометрично коректної моделі найдуться відрізки що перетинаються, то для побудови моделі типу планарний граф необхідно:

- 1) утворити нову вузлову точку з координатами перетинання відрізків;
 - 2) відкоригувати вихідну геометричну модель заміною відрізків, що перетинаються, їх частинами-ребрами, які задовольняють правилу планарного графу з урахуванням нового вузла.
-

Зауважимо, що при створенні та зберіганні топологічної моделі покриття у вигляді відношень між елементами планарного графу (множини вузлів та множини ребер з посиланнями на вузли, які вони зв'язують) можна отримати однакову топологічну модель для двох і більше покриттів з різною геометрією (рис. 2.8). Тому відомий вислів: «топології не потрібна геометрія, а геометрія не може обійтися без топології». Предметом топології простору є відношення між елементами та об'єктами простору, а предметом геометрії – форма і розміри об'єктів.

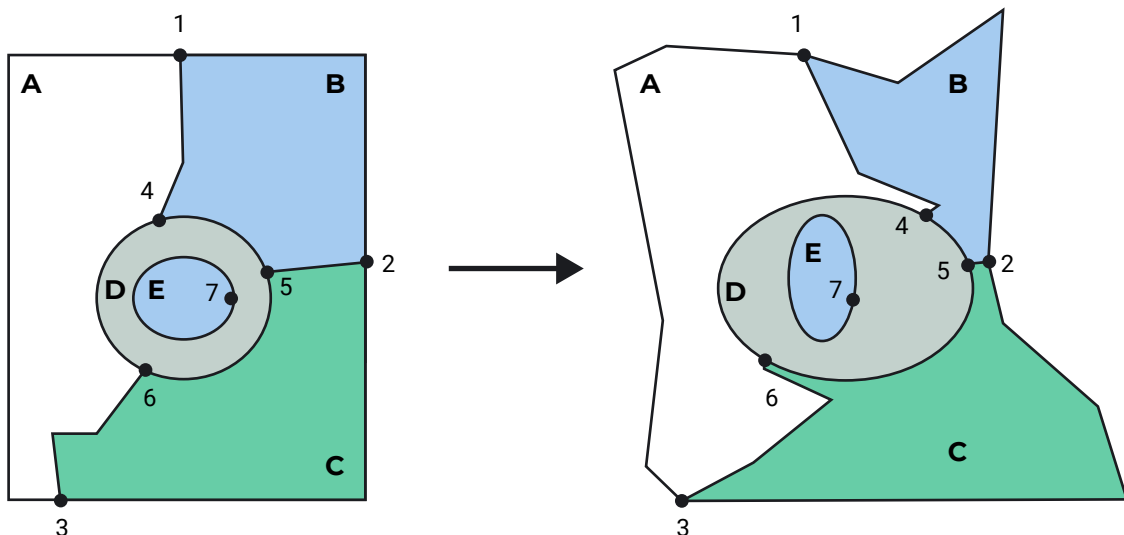


Рис. 2.8. Два покриття з різною геометрією можуть бути топологічно еквівалентними, тобто описуватися одним і тим же планарним графом

Це також свідчить про основну властивість топологічної моделі просторових об'єктів – вона залишається незмінною за будь-яких перетворень систем координат геометричної моделі об'єктів.

Для створення й підтримання якісних векторних моделей будь-яких наборів геопросторових даних потрібно визначити правила топологічних відношень між геометричними елементами моделі об'єктів одного або кількох класів, а також правила топологічних відношень між об'єктами одного та різних класів.

Поміж цих правил можна виділити такі два основні загальні:

- векторні моделі практично усіх класів геопросторових об'єктів мають просту геометрію без самоперетинання контурів;
- сукупність геометричних елементів усіх класів мають утворювати модель планарного графу.

Запорукою геометричної коректності і топологічної узгодженості векторних моделей об'єктів усіх наборів геопросторових даних НІГД є створення й використання якісної єдиної цифрової топографічної основи, оскільки в більшості випадків межі об'єктів наборів даних співпадають з контурами об'єктів цифрових топографічних карт і планів або будуються відносно них. Топологія разом з геометрією утворює топологічно-геометричну складову геопросторових даних, їх позиційну частину. У найзагальнішому вигляді в просторових даних вирізняють три складові: геометричну, топологічну і атрибутивну («геометрію», «топологію» і «атрибути») цифрової геоінформаційної моделі просторового об'єкта.

Чіткий поділ на позиційні та непозиційні складові геопросторових даних – історична традиція, що має певні технологічні коріння. Керування атрибутивною частиною даних в ГІС перших поколінь зазвичай покладалося на засоби систем керування базами даних (СКБД), вбудованих в програмні засоби ГІС або зовнішніх по відношенню до них. Більшість сучасних СКБД мають спеціальні функціональні розширення, що забезпечують зберігання та опрацювання геопросторових даних в одному середовищі. Це призвело до розвитку сучасних ГІС за технологіями баз геопросторових даних [48], основи яких докладніше розглядаються в п. 2.3 цього посібника.

2.1.4. Властивості растрових даних

Поняття «растрові дані» зазвичай асоціюється із цифровими зображеннями, що отримують на екрані дисплею або в результаті цифрового фотографування чи сканування. Але в ГІС це поняття вживається в ширшому сенсі. В ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація.

Правила моделювання геопросторових даних та міжнародних стандартах подаються такі два визначення терміну **растрові дані** (raster data):

- 1) як правило, прямокутна структура, утворена паралельними лініями розгортки, що формуються на екрані дисплею, або отримується як результат цифрового фотографування або сканування зображень [20, 21];
- 2) цифрова модель просторових даних, що ґрунтуються на способах квантування простору за допомогою регулярної сітки розмірністю $N \times M$, якій у відповідність ставиться прямокутна матриця такої ж розмірності, кожний елемент якої характеризується набором ознак, а його місцеположення номером рядка й стовпчика в матриці [21].

У растровій моделі даних кожна комірка має числове значення, що репрезентує певну характеристику території, яку вона покриває. Наприклад, це може бути абсолютна висота, рівень забруднення, код виду землекористування або просто значення кольору цифрового зображення. Кожна комірка зазвичай розглядається як **піксель** (скорочено від англійського терміну "picture element" – "елемент зображення") – найменший елемент растра з однорідними властивостями. За змістом це визначення є коректним лише за умови використання пікселя в контексті значень кольору елемента растра.

Для опису растра необхідно визначити вихідну точку, орієнтацію, кількість рядків та стовпчиків, а також розмір комірки (рис. 2.9). Ці параметри дозволяють швидко розрахувати значення координат будь-якої поміж комірок. Нажаль, растрові файли можуть бути дуже великими, а значення, подане в кожній комірці, завжди є наближеним (усередненим).

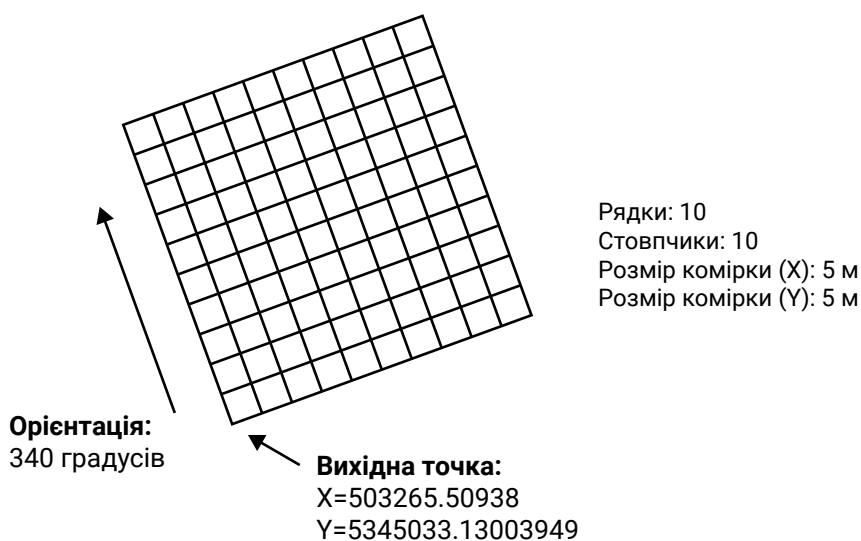


Рис. 2.9. Елементи, що визначають набір растрових даних [47]

Як уже зазначалося, растрові дані є базовими для GRID-моделей неперервних поверхонь географічних полів різного тематичного змісту, вони забезпечені потужним програмними засобами для їх аналізу і моделювання в ГІС та базах геопросторових даних, зокрема: опрацювання та аналізу даних ДЗЗ; автоматизованого дешифрування цифрових знімків; морфометричного аналізу цифрової моделі рельєфу (ЦМР) з обчисленням ухилів, експозиції поверхні та їх освітлюваності; гідрологічного аналізу ЦМР з ідентифікацією водотоків та меж водозбірних басейнів; засобів картографічної алгебри для сумісного аналізу й моделювання кількох тематичних GRID-моделей з обчисленням інтегральних показників якості довкілля тощо. В ГІС та базах геопросторових даних підтримуються функції перетворення растрових моделей у векторні та навпаки.

2.2. Бази геопросторових даних

2.2.1. Типова структура баз геопросторових даних

В архітектурі сучасних ГІС, які за еволюцією геоінформаційних систем належать до ГІС третього покоління, спостерігається їх повне інтегрування з універсальними СКБД, а також їх вихід у глобальний інформаційний простір через Інтернет. У таких ГІС обидві компоненти моделі геопросторових об'єктів (атрибутивна й позиційна) зберігаються в середовищі єдиної бази даних, а розширена мова структурованих запитів SQL (*Structured Query Language*) дозволяє описувати множину просторових предикатів для виконання просторових запитів і аналізу даних.

Використання підходу, заснованого на базах даних до зберігання й опрацювання геопросторових даних в ГІС, забезпечує такі основні переваги:

- централізоване зберігання і керування просторовими та непросторовими даних в єдиному середовищі СКБД;
- дотримання стандартів та незалежність геопросторових даних від будь-яких ГІС-платформ;
- безпеку та цілісність даних;
- скорочення надлишковості даних;
- усунення суперечливості даних;
- багатокористувацький доступ до даних;
- розподілене спільне використання даних;
- адміністрування та регламентування доступу до даних;
- реплікацію даних.

Перехід до реалізації базо-орієнтованої архітектури ГІС відбувся завдяки значним зусиллям і прихильності з боку розробників програмних засобів як звичайних ГІС, так і СКБД. Сьогодні практично усі постачальники відомих СКБД (DB2, Oracle, Informix, MS SQL Server, PostgreSQL тощо) пропонують у своїх продуктах засоби для зберігання й опрацювання геопросторових даних. Водночас виробники ГІС також розвинули й постачають нові версії своїх систем, в яких реалізовані концепції та методи опрацювання геопросторових даних у середовищі СКБД.

Типові системи баз геопросторових даних (БГД) ґрунтуються на використанні стандартних універсальних СКБД та відповідних функціональних розширень, які забезпечують зберігання та опрацювання геопросторових даних в середовищі СКБД з використанням розширеної мови SQL (за стандартами SQL 99 та SQL 20xx).

Ці розширення включають такі основні компоненти (рис. 2.10):

- розширені метадані;
- типи просторових даних;
- просторові оператори і просторові функції;
- просторові індекси.

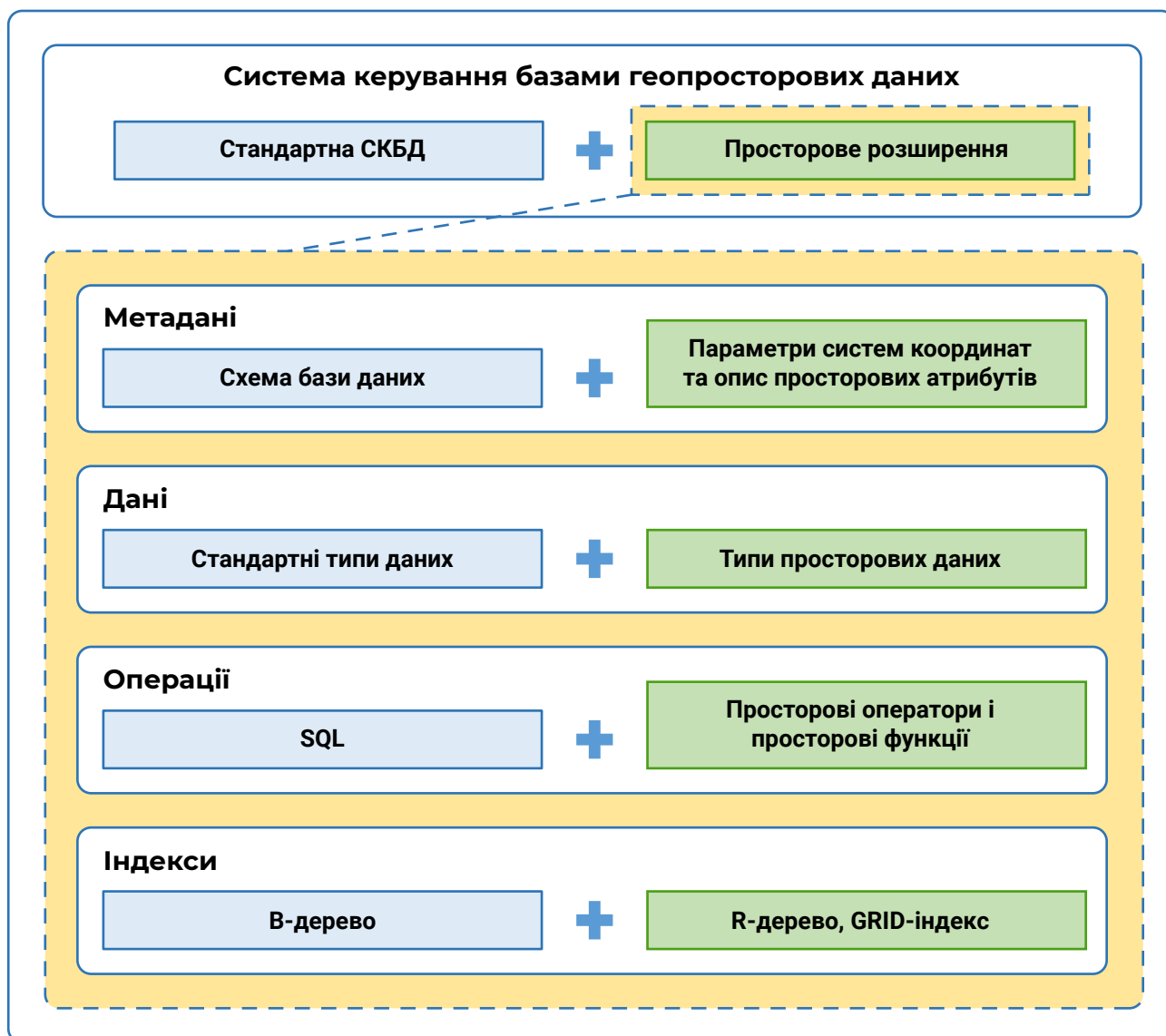


Рис. 2.10. Структура системи баз геопросторових даних на основі стандартних об'єктно-реляційних СКБД

Реалізація схем організації БГД, спеціальних типів даних та просторових розширень мови SQL в середовищі сучасних універсальних СКБД здійснюється з дотриманням єдиних вимог та правил, визначених у міжнародних стандартах та специфікаціях відкритого геопросторового консорціуму OGC, а саме:

- ISO 19107 Geographic Information – Spatial schema (Просторова схема) [15];
- OGC SFA – Simple feature access – Part 1: Common architecture (Специфікація OGC – Доступ до простих просторових об'єктів – Частина 1: Загальна архітектура, що відома також як ISO 19125-1) [44];

- OGC SFA-S – Simple feature access – Part 2: SQL option (Специфікація OGC – Доступ до простих просторових об'єктів – Частина 2: Варіант SQL, що відома також як ISO 19125-2) [45];
- ISO/IEC 13249-3:2016 Information technology – Database languages – SQL multimedia and application packages – Part 3: Spatial (Інформаційні технології – Мови баз даних – SQL мультимедійні та прикладні пакети – Частина 3: Простір) [40]; далі в тексті використовується скороченням ISO SQL/MM.

Зауважимо, що стандарти постійно розвиваються, періодично переглядаються та публікуються їх нові версії. Це стосується і стандартів доступу до баз геопросторових даних. Зокрема, більшість публікацій, а головне більшість завершених реалізацій просторових розширень в промислових об'єктно-реляційних системах керування базами даних (ОР СКБД) відповідають положенням стандартів OGC SFA, ISO 19125 та ISO/IEC 13249-3: SQL/MM у версіях, що опубліковані до 2010 р. Матеріал цього підрозділу викладено з урахуванням перелічених стандартів та їх проєктів, що опубліковані в 2010-2017 рр.

Історично першими з'явилися специфікації OGC SFA (1999 р.) і стандарти ISO 19107, ISO 19125 та інші, які отримали визнання ГІС-індустрії. Зважаючи на це, розробники стандарту ISO SQL/MM усюди, де це принципово, намагалися забезпечити його відповідність специфікаціям OGC та стандартам серії ISO 19100.

Загальна схема реалізації доступу до геопросторових даних в СКБД ґрунтується на принципах об'єктно-реляційної моделі даних. Це передусім стосується можливості оголошення та використання визначених користувачем структурованих типів даних (*UDT – user defined types*). Нові типи функціонують як об'єкти, для них можна програмувати методи або функції, що включаються (інкапсулюються) в об'єкти типу, застосовуються в SQL запитах та операціях з їх використанням.

Для зберігання та опрацювання геопросторових даних в ОР СКБД згідно із стандартами запроваджено спеціальний структурований тип даних *Geometry*.

Новий тип даних дозволяє розглядати просторові властивості геопросторових об'єктів на рівні їх атрибутів та зберігати в одній таблиці бази даних у відповідних колонках як звичайні тематичні атрибути, так і їх геометрію.

Інформаційну схему ОР СКБД доповнено новими системними таблицями, в яких зберігаються метадані для підтримання нового типу даних *Geometry*, в тому числі:

- **параметри референцних систем координат** (просторові та для координати M) і картографічних проєкцій з їх унікальними ідентифікаторами SRID;
 - **метадані** про стовпчик таблиці з типом даних *Geometry* з конкретизацією підкласу геометричного примітива та ідентифікатором SRID для координати просторового об'єкта.
-

2.2.2. Класи геометричних об'єктів в моделях геопросторових даних

Структурований тип даних Geometry в БГД реалізується з використанням класів геометричних об'єктів, що визначені в специфікаціях OGC SFA та міжнародному стандарті ISO SQL/MM. Ієрархія класів просторових об'єктів за специфікацією OGC SFA (рис. 2.11) охоплює усі базові типи векторних даних, що використовуються в ГІС як для моделювання поверхонь географічних полів, так і дискретних об'єктів з лінійною інтерполяцією між вершинами.

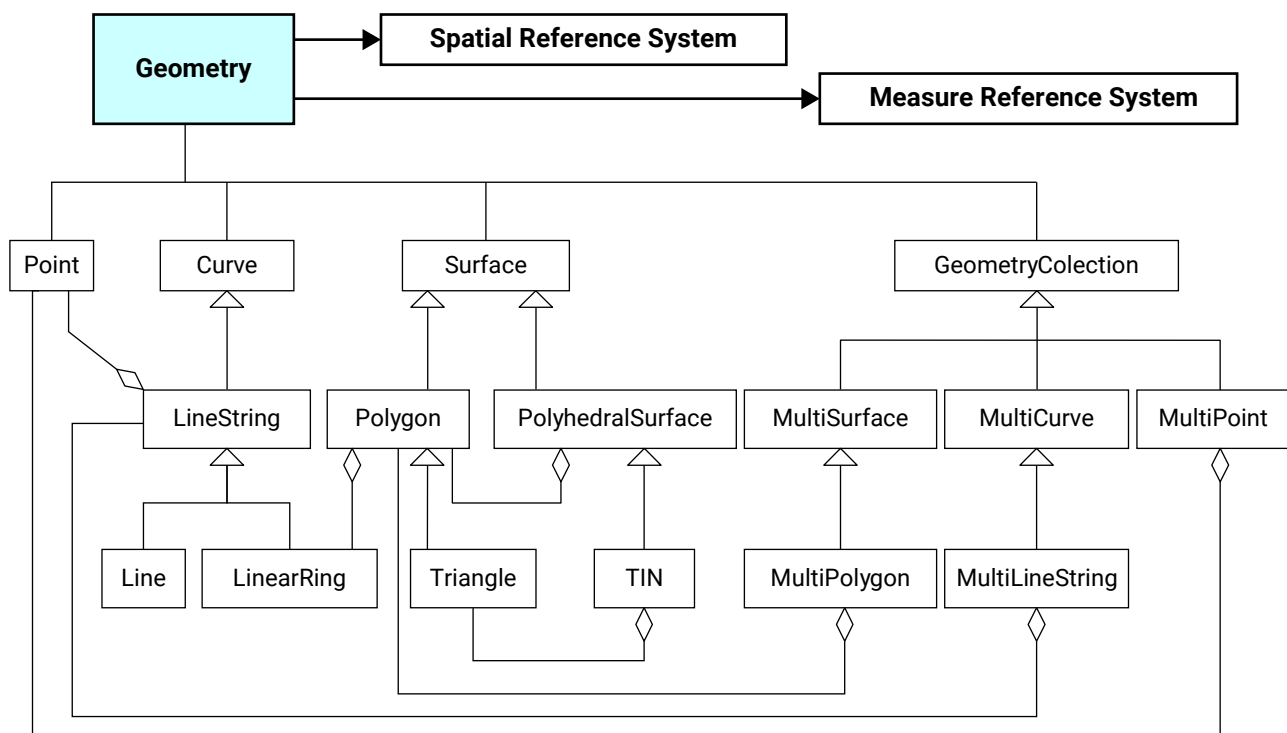


Рис. 2.11. Схема ієрархії класів типу Geometry за специфікації OGC SFA [44]

- Geometry – абстрактний клас геометрії;
- Spatial Reference System – просторова референсна система координат;
- Measure Reference System – референсна система для координати M;
- Point – точка;
- Curve – крива;
- Surface – поверхня;
- GeometryCollection – геометрична колекція/набір;
- LineString – ламана/полілінія;
- Polygon – полігон/багатокутник;
- PolyhedralSurface – полідральна поверхня;
- MultiSurface – мульти поверхня;
- MultiCurve – мульти крива;
- MultiPoint – мульти точка;
- Line – лінія;
- LinearRing – замкнутий контур;
- Triangle – трикутник;
- TIN – нерегулярна мережа трикутників;
- MultiPolygon – мульти полігон;
- MultiLineString – мульти ламана.

В стандарті ISO SQL/MM (рис. 2.12) геометричні класи розширено кривими з круговою інтерполяцією. Передбачається підтримка таких криволінійних геометричних об'єктів: коло – **ST_Circular**; послідовність дуг – **ST_CircularString**; геодезична лінія – **ST_GeodesicString**; дуги еліпса – **ST_EllipticalCurve**; B-сплайнова крива – **ST_NURBSCurve**; дуги клотоїди – **ST_Clothoid**; дуги спіральної кривої – **ST_SpiralCurve**. Також допускаються об'єкти класу композитної кривої **ST_CompoundCurve**, що складається з послідовності відрізків прямої та сегментів дуг кругової інтерполяції, а також об'єкти класу полігонів з криволінійним контуром **ST_CurvePolygon** на основі сегментів з круговою інтерполяцією (рис. 2.13).

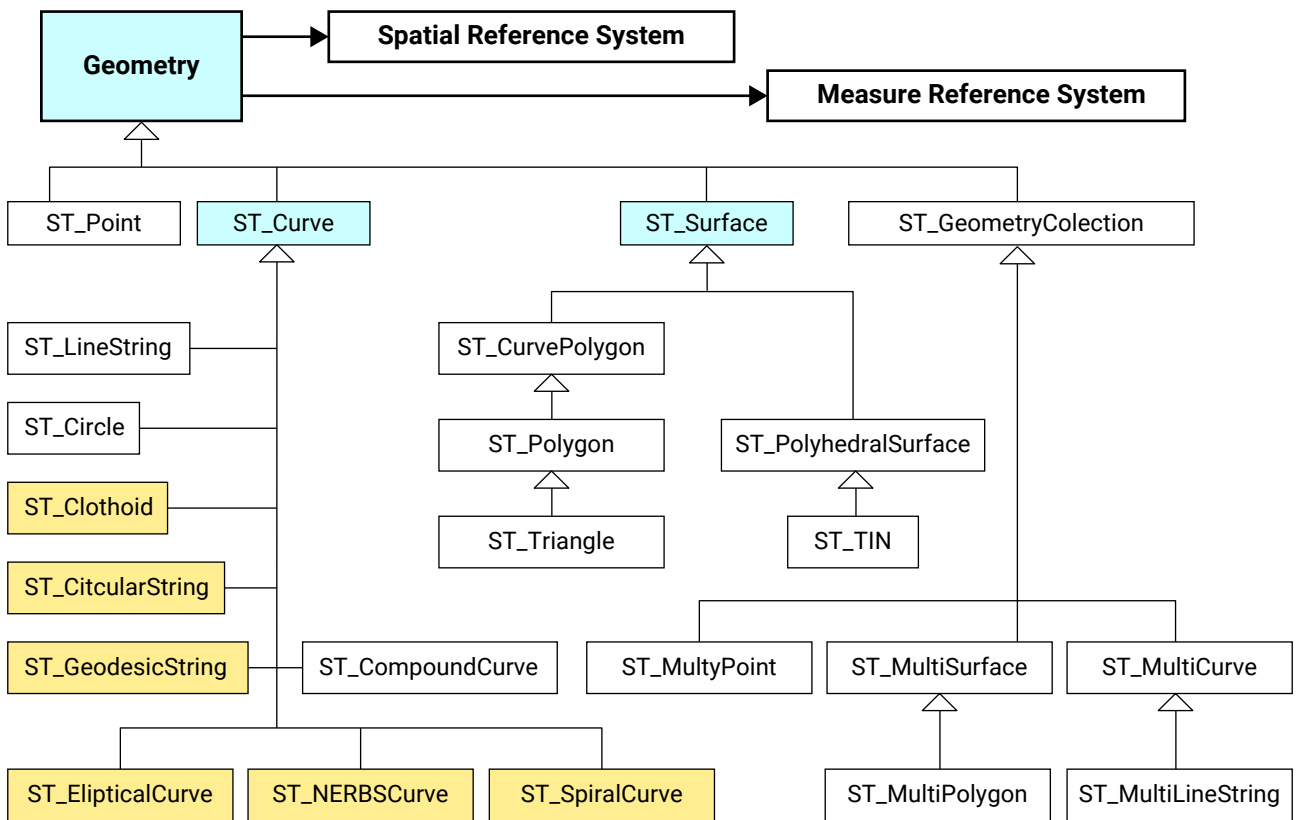


Рис. 2.12. Схема ієрархії класів типу *ST_Geometry* за стандартом ISO SQL/MM [40]

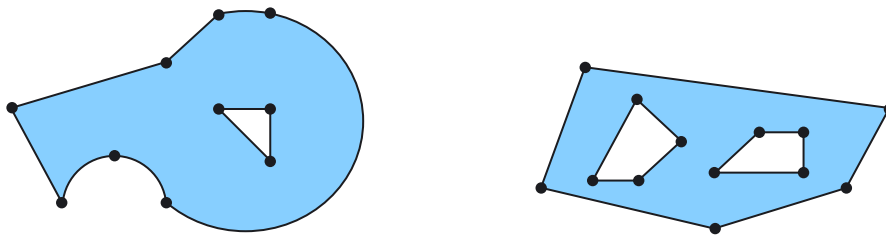


Рис. 2.13 Приклад екземплярів класів для полігонів типу *ST_CurvePolygon* та *ST_Polygon* згідно із ISO SQL/MM

Клас **GeometryCollection** (геометрична колекція) може реалізуватися як набір геометричних елементів одного типу (мультиточка, мултилінія, мультиполігон), так і як комплексний об'єкт, що складається із геометричних елементів різних типів.

Звернемо увагу на відмінності в ієрархії класів за специфікацією OGC SFA та за стандартом ISO SQL/MM. Клас **Geometry** в ієрархії OGC SFA (рис. 2.11) є абстрактним класом, який за визначенням не може мати екземплярів, але він має методи загальні для усіх підкласів та використовується як суперклас в схемі породження інших класів з успадкуванням загальних методів. В ієрархії класів за стандартом ISO SQL/MM (рис. 2.12) класи **ST_Geometry**, **ST_Curve**, **ST_Surface**, **ST_MultiCurve** та **ST_Multisurface** в залежності від реалізації можуть бути абстрактними або ні.

У стандарті ISO SQL/MM визначено два пакети Торо-Geo і Торо-Net для моделей топологічних і мережних класів (рис. 2.14).

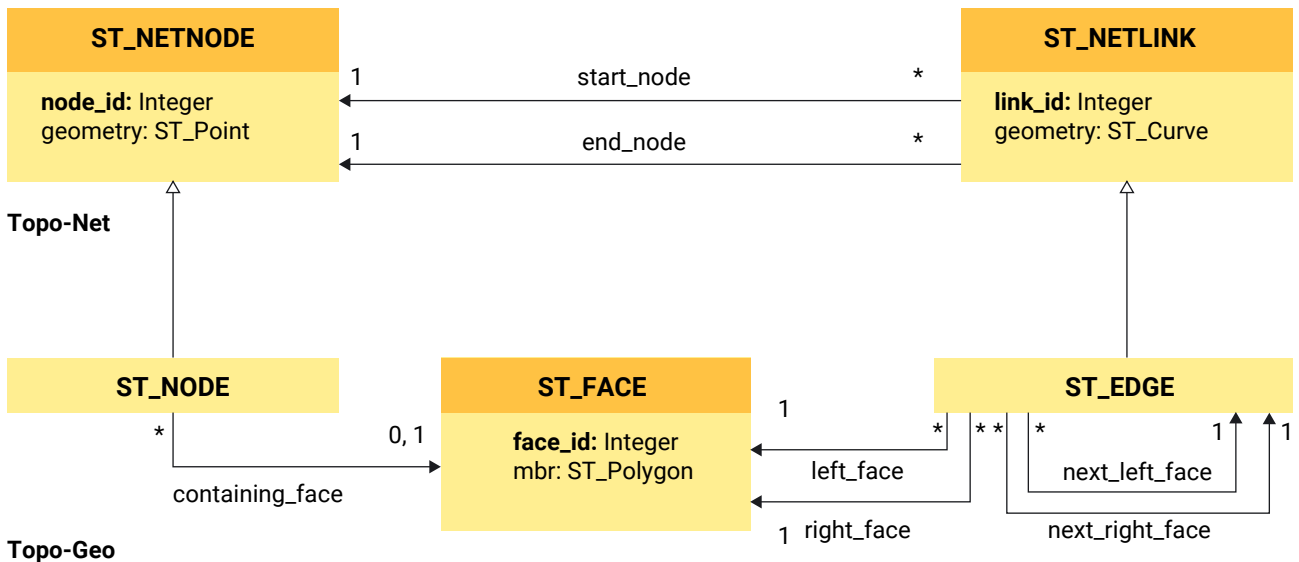


Рис. 2.14. Пакети моделей топологічних та мережних класів в ISO SQL/MM

Класи топологічних примітивів вузол (*ST_NODE*), ребро (*ST_EDGE*) та грань (*ST_FACE*) дозволяють відобразити відношення між геометричними об'єктами з урахуванням орієнтації ребер від початкового вузла до кінцевого (*start_node* та *end_node*), та відповідно для граней за правилом обходу проти годинникової стрілки для додатної орієнтації грані. Два класи *ST_NETNODE* та *ST_NETLINK* забезпечують моделювання топології мережі.

В стандарті ISO SQL/MM послідовно використовується префікс **ST_** для всіх імен (таблиць, видів, типів, методів та функцій) як позначення усіх стандартизованих компонентів, що стосуються просторового типу (*Spatial Type*) в розширеній мові SQL. Цього правила дотримуються в реалізаціях просторових розширень у всіх поширених СКБД.

У табл. 2.2 узагальнено рівень реалізації стандартних геометричних класів в просторових розширеннях чотирьох найпоширеніших універсальних СКБД, а саме: IBM DB2, MS SQL Server, Oracle та PostgreSQL/PostGIS.

Програмні засоби універсальних СКБД постійно удосконалюються, відповідно кожні 2-3 роки з'являються нові версії просторових розширень для провідних СКБД. З кожною версією виробники СКБД намагаються підвищити рівень відповідності своїх реалізацій (за набором геометричних класів, методів та функцій) стандарту ISO SQL/MM. В останніх версіях просторових розширень Oracle Spatial та PostgreSQL/PostGIS надаються стандартизовані типи даних та функції для підтримки:

- 3D моделей поверхонь та рельєфу місцевості;
- 3D моделей суцільних тіл (*SDO_SimpleSolid* та *SDO_SimpleSolid* в Oracle);
- растрових моделей *ST_Raster*;
- базових класів для топологічних та мережних моделей (*ST_TOPO_GEO* та *ST_TOPO_NET*);
- моделей об'єктів з просторовою прив'язкою в лінійних референцних системах (класи *LRS* в Oracle);
- хмар точок для опрацювання результатів лідарних знімів.

Реалізація класів типу *Geometry* в просторових розширеннях СКБД

РЕАЛІЗАЦІЯ КЛАСІВ В ПРОСТОРОВИХ РОЗШИРЕННЯХ СКБД				
НАЗВА КЛАСУ	IBM DB2	MS SQL	Oracle	PostGIS
ST_Geometry	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO
ST_Point	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_Curve	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO
ST_LineString	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_CircularString		I, ISO	I, ISO	I, ISO
ST_CompoundCurve		I, ISO	I, ISO	I, ISO
ST_Surface	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO	A, OGC, ISO
ST_CurvePolygon		I, ISO	I, ISO	I, ISO
ST_CompoundPolygon			I, ISO	I, ISO
ST_Polygon	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_Triangle				I, OGC, ISO
ST_PolyhedralSurface			I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_TIN			I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_GeomCollection	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_MultiPoint	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_MultiSurface	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_MultiPolygon	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_MultiCurve	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_MultiLineString	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO	I, OGC, ISO
ST_TOPO_GEO			I, ISO	I, ISO
ST_TOPO_NET			I, ISO	
Класи LRS			I, ISO	
SDO_SimpleSolid			I	
SDO_MultiSolid			I	
ST_Raster			I	I

В таблиці вказано символні скорочення таких характеристик класів просторових об'єктів: "A" - клас є абстрактними і не може мати прямих екземплярів; "I" – клас належить до інстанційованого, та може мати екземпляри, а в стандартах визначено конструктори для їх створення; "OGC" та "ISO" вказують на стандарти, в яких визначено клас та його методи і функції.

Дотримання специфікації OGC SFA та ISO SQL/MM дозволило досягти високого рівня сумісності просторових розширень у середовищі СКБД різних виробників. Зокрема, стандартизувати два формати подання геометричних об'єктів при зверненні до БГД, а саме відкритий бінарний WKB (*Well-Known Binary*) та відкритий текстовий WKT (*Well-Known Text*). Для експорту/імпорту геопросторових даних в реалізаціях просторових розширень СКБД підтримується стандарт географічної мови розмітки GML (*Geographic Markup Language*), формат GeoJSON та інші поширені формати геопросторових даних.

В цілому можна зробити висновок, що найповніша реалізація стандартів SQL доступу до баз геопросторових даних спостерігається в Oracle та PostgreSQL/PostGIS. Просторове розширення PostGIS відкритої ОР СКБД PostgreSQL за повнотою реалізованих геометричних типів та набором функцій посідає друге місце в квартеті універсальних СКБД.

Застосування наявних просторових розширень універсальних ОР СКБД дозволило перейти до базо-орієнтованої архітектури корпоративних ГІС з відкритими стандартизованими форматами зберігання та опрацювання геопросторових даних, що надає багато переваг в організації багатокористувацького доступу до великих обсягів геопросторових даних.

2.2.3. Просторові оператори і функції баз геопросторових даних

Просторові оператори належать до набору функцій опрацювання даних та процесів, які підтримують використання розширеної мови структурованих запитів SQL для формування просторових запитів, отримання і аналізу вибраного вмісту бази даних, об'єднання таблиць бази даних у відповідності з конкретними просторовими і непросторовими критеріями, а також генерування результатів опрацювання даних в уніфікованих форматах геопросторових даних. У стандартах OGC SFA та ISO SQL/MM визначено підтримку в БГД геометричних об'єктів топологічною розмірності 0, 1 і 2, які можуть описуватися в 2, 3 або 4-х мірному координатному просторі (R2, R3, R4). Геометричні об'єкти у просторі R2 містять точки з координатами (X,Y). Геометричні об'єкти в просторі R3 містять координати (X,Y,Z) або (X,Y,M). Об'єкти в просторі R4 містять точки з координатами (X,Y,Z,M). Інтерпретація значень координат залежить від системи координат, у якій задана точка. Всі точки об'єктів певного класу в таблиці БГД повинні задаватися в одній системі координат. Координата Z звичайно, але необов'язково, відповідає висоті, а координата M – деякому вимірному значенню в точці з координатами (X,Y) або (X,Y,Z). Для координати M визначається відповідна референсна система координат. Приклади та можливий зміст координати M описано в п. 2.1.3 цього посібника.

Функції доступу до об'єкта повертають точки із Z та M координатами, якщо ці координати використовуються в даних. Просторові операції виконуються в проекції карти а, отже, не використовують Z і M координати в обчисленнях відстаней, площ тощо. У функціях формування нових геометричних об'єктів (наприклад, при побудові буферних зон) також не використовуються Z та M координати. Ці операції виконують проектування геометричних об'єктів на горизонтальну площину, щоб одержати "відбиток" або "тінь" об'єкта. Іншими словами, можна зберігати й одержувати значення Z та M координат, але вони не беруть участь у просторових операціях. Разом з цим, в спеціальних розширеннях деяких СКБД (наприклад, в Oracle та PostGIS), доступні функції обчислення відстаней між 3D об'єктами.

В специфікації OGC SFA-S та стандарті ISO SQL/MM визначено базовий набір функцій за такими групами:

- **функції доступу до структурованого типу *ST_Geometry*** (*spatial accessor functions for ST_Geometry*);
- **функції просторових відношень** для *ST_Geometry* (*relational functions for ST_Geometry*);
- **функції просторових операцій** для *ST_Geometry* (*Spatial operation functions for ST_Geometry*).

Функції доступу до структурованого типу *ST_Geometry*

Всі просторові об'єкти мають певні властивості, наприклад, розмірність, тип або інформацію, щодо наявності геометрії в об'єкта. В стандарті визначено набір функцій доступу до властивостей геометрії об'єкта, що задана як параметр, наприклад, функція ***ST_GeometryType(g): String*** – повертає текстовий рядок з іменем геометричного підтипу, що міститься в екземплярі геометрії *g*. У зв'язку з великою кількістю доступних функцій в таблиці 2.3 подано кілька основних поміж них.

Таблиця 2.3

Функції доступу до властивостей екземплярів типу *ST_Geometry*

ФУНКЦІЯ ДОСТУПУ	ЗМІСТ ЗНАЧЕННЯ, ЩО ПОВЕРТАЄТЬСЯ ФУНКЦІЄЮ
<i>ST_Dimension(g): Integer</i>	Значення топологічної розмірності геометричного об'єкта, що менше або дорівнює розмірності координатного простору. У неоднорідних колекціях ця функція буде повертати максимальну розмірність геометричного елемента в колекції
<i>ST_SRID(g): Integer</i>	Значення ідентифікатора просторової системи координат геометричного об'єкта. Звичайно це зовнішній ключ, що посилається на рядок в таблиці систем координат в поточній або в іншій базі даних
<i>ST_Envelope(g): Geometry</i>	Координати мінімального обмежувального прямокутника (конверта) для заданого об'єкта
<i>ST_AsText(g): String</i>	Текстове подання об'єкта у форматі WKT
<i>ST_AsBinary(g): Binary</i>	Бінарне подання об'єкта у форматі WKB
<i>ST_IsEmpty(g): Integer</i>	1 (TRUE), якщо геометричний об'єкт порожній, тобто є порожньою множиною точок. Повертає значення, що має тип ціле число, але інтерпретується як Boolean (логічне): TRUE=1, FALSE=0.
<i>ST_IsSimple(g): Integer</i>	1 (TRUE), якщо геометричний об'єкт не має самоперетинання. Кожний геометричний клас має свої певні умови, які класифікують об'єкт як «простий»
<i>ST_Is3D(g): Integer</i>	1 (TRUE), якщо геометричний об'єкт містить Z координату в списку координат точок
<i>ST_IsMeasured(g): Integer</i>	1 (TRUE), якщо геометричний об'єкт містить M координату в списку координат точок
<i>ST_Boundary(g): Geometry</i>	Геометричний об'єкт, що описує границю заданого об'єкта. Об'єкт, що повертається, є топологічно замкнутим і подається геометричним примітивом

Кожен підтип в ієрархії геометричних класів додає до загальних властивостей *ST_Geometry* певні специфічні властивості підтипу, наприклад, площа полігону чи периметр, ось функції для деяких з них:

- ***ST_Length (g):Double***
повертає довжину для екземпляру ***ST_LineString*** або ***ST_Multilinestring***;

- ***ST_Perimeter (g):Double***
повертає периметр полігону або мультиполігону;

- ***ST_Area(g):Double***
повертає периметр полігону або мультиполігону;

- ***ST_NumGeometries (g):Integer***
повертає кількість геометричних елементів в колекції;

- ***ST_PointN(g): Integer***
повертає кількість точок в геометричному об'єкті.

- ***ST_X (g): Double; ST_Y (g): Double***
повертає значення відповідної координати для точки.

Функції просторових відношень для *ST_Geometry*

Забезпечують основу для реалізації просторових запитів і аналізу просторових відношень між об'єктами в просторових предикатах. На запитання типу "які будівлі розташовані в зоні поведні" або «де перетинаються залізниця та вулиці» можна відповісти тільки якщо геометричні об'єкти, що моделюють будівлі, зон затоплення, залізниці та вулиці порівняти один з одним.

Для встановлення характеру просторових відношень між об'єктами необхідні різноманітні методи порівняння геометрії множини об'єктів. Вирішення задачі аналізу взаємних просторових відношень множини об'єктів будь-якої потужності на практиці зводиться до простішої задачі – аналізу відношень між двома об'єктами. В стандартах OGC SFA та ISO SQL/MM для вирішення цієї задачі визначено базовий набір функцій для типових бінарних просторових відношень (табл. 2.4). Вхідними параметрами кожної із функцій є координатний опис геометрії двох об'єктів, а результатом – логічне значення (0/1 – True / False) істинності відношення, що аналізується.

Із усіх функцій, що у табл. 2.4, де-якого пояснення потребує група функцій, дії яких близькі за змістом. Функції ***ST_Intersects***, ***ST_Crosses*** та ***ST_Overlaps*** аналізують чи перетинаються внутрішні області заданих вхідних просторових об'єктів. Відмінності між трьома функціями полягає в змістовності комбінацій геометрії вхідних об'єктів, наприклад екземпляри ***ST_LineString*** не можуть перекривати екземпляр ***ST_Polygon*** (у цих типів різні топологічні розмірність для операції ***ST_Overlaps***), але вони можуть перетинатися (Intersect) полігоном або перетинати (Cross) його.

Функція ***ST_Distance*** надає кількісну оцінку просторового відношення двох екземплярів геометричного типу – найменшу відстань між об'єктами. Якщо два об'єкта дотикаються або навіть перетинаються, то відстань між ними очевидно дорівнює 0.

Функції визначення просторових відношень між об'єктами

НАЗВА ФУНКЦІЇ ТА ПАРАМЕТРИ	ТИП ЗНАЧЕННЯ, ЩО ПОВЕРТАЄТЬСЯ	ЗМІСТ
ST_Distance (geometry A, geometry B)	Number	Найближча відстань А - В
ST_Equals (geometry A, geometry B)	True / False	А еквівалентно В
ST_Disjoint (geometry A, geometry B)	True / False	Не перетинаються
ST_Intersects (geometry A, geometry B)	True / False	А перетинається В
ST_Touches (geometry A, geometry B)	True / False	А дотикається В
ST_Crosses (geometry A, geometry B)	True / False	А перетинає В
ST_Overlaps (geometry A, geometry B)	True / False	А перекривається В повністю або частково
ST_Contains (geometry A, geometry B)	True / False	А містить В
ST_Within (geometry A, geometry B)	True / False	А міститься в В
ST_DWithin (geometry A, geometry B, float)	True / False	Всередині на відстані
ST_Covers (geometry A, geometry B)	True / False	А покриває В
ST_Relate (geometry A, geometry B, intersectionPatternMatrix)	True / False	А перебуває у просторовому відношенні з В, матриця шаблону якого задана

Остання в табл. 2.4 функція **ST_Relate** повертає 1 (TRUE), якщо геометричний об'єкт А відповідає топологічному відношенню, заданому за допомогою матриці *intersectionPatternMatrix*, з об'єктом В. Функція перевіряє перетинання між внутрішніми частинами об'єктів (*Interior*), межами об'єктів (*Boundary*) і частинами, що лежать зовні меж (*Exterior*). Значення в шаблоні *intersectionPatternMatrix* відповідає змісту матриці 9-ти перетинів DE-9IM (табл. 2.5):

Таблиця 2.5

Матриця 9-ти перетинів DE-9IM

ОБЛАСТІ ТОПОЛОГІЧНОГО ПРОСТОРУ ОБ'ЄКТА А	ОБЛАСТІ ТОПОЛОГІЧНОГО ПРОСТОРУ ОБ'ЄКТА В		
	Interior (B)	Boundary (B)	Exterior (B)
Interior (A)	$A^I \cap B^I$	$A^I \cap B^B$	$A^I \cap B^E$
Boundary (A)	$A^B \cap B^I$	$A^B \cap B^B$	$A^B \cap B^E$
Exterior (A)	$A^E \cap B^I$	$A^E \cap B^B$	$A^E \cap B^E$

Математична модель DE-9IM визначає просторові відношення між парами геометрій різних типів і розмірності. У цій моделі просторові відношення між геометричними об'єктами будь-яких типів зведені до попарних перетинів їх зовнішніх, внутрішніх частини і меж. У ній приймається до уваги розмірність отриманого перетину. Кожен перетин може призвести до

геометрії різної топологічної розмірності (рис. 2.15). Наприклад, перетин меж двох полігонів може складатися з точки і послідовності ліній, в цьому випадку функція розмірності *dim* поверне максимальну розмірність, рівну 1. Функція розмірності повертає значення -1, 0, 1 і 2. Значення -1 відповідає порожній множині (*Null*), що повертається у разі відсутності перетину.

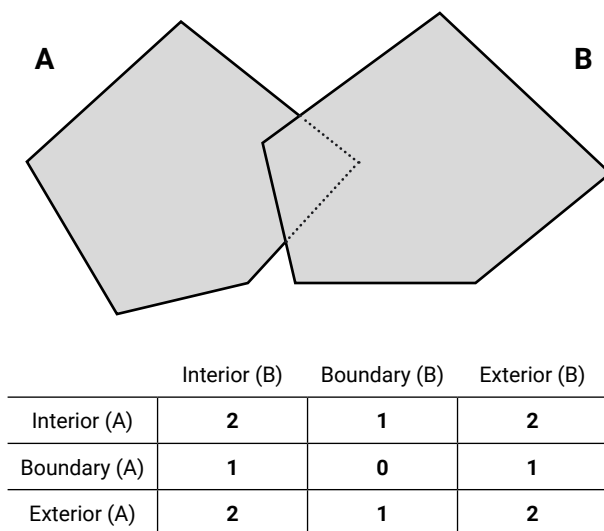


Рис. 2.15. Приклад перетину двох полігонів та їх матриці DE-9IM за OGC SFA

Результати предикату просторового відношення **ST_Relate** можуть бути оцінені шляхом порівняння їх з шаблоною матрицею, що містить можливі значення для моделі DE-9IM. Шаблонна матриця визначає, які значення прийнятні для кожного елемента матриці.

Можливі значення шаблонів:

T – має існувати перетин ($dim = 0, 1$ або 2);

F – не повинно існувати перетину ($dim = -1$);

* – не має значення, чи існує перетин ($dim = -1, 0, 1$ або 2);

0 – має існувати перетин з максимальною розмірністю 0 ($dim = 0$) - точки;

1 – має існувати перетин з максимальною розмірністю 1 ($dim = 1$) - лінії;

2 – має існувати перетин з максимальною розмірністю 2 ($dim = 2$) – полігон.

Функцію **ST_Relate** доцільно використовувати в запитах до об'єктів БГД, коли умова запиту містить декілька просторових предикатів, наприклад, «міститься в середині або дотикається або перетинається». Виконання цього запиту потребує трьох звернень до бази даних для перевірки кожного із простих предикатів умови запиту. У разі використання **ST_Relate** з відповідною матрицею шаблону цього складеного просторового відношення запит буде виконано за одне звернення до бази даних та відповідно з меншими витратами часу на перевірку умови просторового предикату.

Функції просторових операцій для *ST_Geometry*

Забезпечують створення нових геометричних об'єктів з існуючих (табл. 2.6). Новостворений просторовий об'єкт може бути результатом виконання певної операції на множині точок заданого об'єкта або геометричні елементи нового об'єкта можуть бути обчислені по відношенню до геометричних елементів заданого об'єкта в результаті застосування певного алгоритму, наприклад побудови буфера.

Таблиця 2.6

Функції просторових побудов для *Geometry*

НАЗВА ФУНКЦІЇ ТА ПАРАМЕТРИ	ЗНАЧЕННЯ, ЩО ПОВЕРТАЄТЬСЯ	
	ТИП	ЗМІСТ
ST_Centroid (geometry)	Geometry. Point	Центроїд
ST_Pointonsurface (geometry A)	Geometry. Point	Точка на поверхні
ST_Boundary (geometry A)	Geometry. LineString (multi)	Межа
ST_Buffer (geometry A, double, [integer])	Geometry. Polygon (multi)	Буфер
ST_ConvexHull (geometry A)	Geometry. Polygon	Випукла оболонка
ST_Intersection (geometry A, geometry B)	Geometry	Перетин
ST_Difference (geometry A, geometry B)	Geometry	Різниця
ST_Union (geometry A, geometry B)	Geometry	Об'єднання

В сучасних СКБД згідно із стандартом SQL:99 запроваджено процедурні розширення мови SQL, які зробили SQL обчислювально повною мовою в сенсі можливостей використання її для розроблення прикладних функцій, що працюють з базою даних. Для створення завершеної програми, в принципі, більше не потрібно комбінувати з іншою мовою як вбудованої або розширеної SQL. В саму SQL додано оператори керування послідовністю виконання SQL виразів. До таких операторів належать: оператори умовного переходу **IF; CASE** для виконання варіантів операцій в залежності від значення предикату умови; оператори циклів **WHILE, REPEAT, LOOP** та **FOR**, що пристосований для організації циклічного виконання певної послідовності операцій для кожного рядка таблиці бази даних. Оператори **CREATE FUNCTION** та **CREATE PROCEDURE** для створення процедур і функцій постійного зберігання як окремих об'єктів бази даних для їх виклику в SQL запитах або повторного використання в інших функціях. Вбудований механізм тригерів та тригерних функцій, що створює умови для розроблення додаткових прикладних функцій контролю цілісності бази геопросторових даних, зокрема в сенсі дотримання обмежень щодо координатної і топологічної узгодженості геометрії просторових об'єктів. Забезпечена можливість розширення SQL на основі виклику із SQL програм, що написані на інших мовах програмування таких, як C або Java.

Приведений перелік процедурних розширень мови SQL в сучасних ОР СКБД не є виключним, а технологія їх використання є предметом спеціального курсу з основ програмування баз даних. Тут варто наголосити лише на тому, що набір базових функцій підтримки типу даних *Geometry* та процедурні розширення мови SQL створюють умови для реалізації прикладних

функцій аналізу і моделювання геопросторових даних, що притаманні інструментальним ГІС, безпосередньо в середовищі ОР СКБД. Таким чином відкривається можливість забезпечити незалежність від ГІС-платформ не лише зберігання геопросторових даних, а й прикладних програм їх аналізу й опрацювання як об'єктів бази даних на основі процедур постійного зберігання та виклику із SQL прикладних програм, розроблених на інших мовах програмування.

2.2.4. Просторові індекси

Індекси в базах даних – це спеціальні структури даних, що упорядковують та прискорюють доступ до великих наборів даних в запитах за певними атрибутами.

Якщо провести аналогію між базою даних і книгою, то індексами можна вважати зміст книги та предметний вказівник, використовуючи які можна швидко перейти до сторінки, з якої починається певний розділ або на якій міститься опис поняття, яке нас цікавить. Предметний вказівник упорядковується за алфавітом, тому необхідно переглянути лише кілька сторінок для пошуку терміну у вказівнику в порівнянні з пошуком його безпосередньо на сторінках книги.

Для індексування баз даних за значеннями стандартних типів числових і текстових даних в універсальних СКБД використовується структури засновані на В-дереві, в якій значення атрибуту пошуку впорядковуються за зростанням та розподіляються в ієрархічній структурі. В термінальних вершинах В-дерева містяться номери рядків таблиці БД з відповідними значеннями пошукового атрибуту. Операційні витрати на пошук в таблиці з N рядками при використанні індексу із структурою В-дерева оцінюються порядком $O(\log_2 N)$. З використанням структури В-дерева, в принципі, можна індексувати будь-які дані, що можуть бути відсортовані, тобто для яких застосовні операції порівняння більше//менше/рівно. Індекси, засновані на В-дереві, можуть застосовуватися в БГД лише тематичних атрибутів геопросторових даних, але для 2D та 3D координатних описів об'єктів подібні стандартні механізми пошуку виявляються непридатними. Разом з цим, без спеціальних методів індексування маніпулювання просторовими даними в СКБД проходить гранично повільно навіть на дуже потужних комп'ютерах. Збільшення обсягу даних призводить до уповільнення процесів їх опрацювання (лінійно, а то й гірше), оскільки будь-який просторовий запит до БГД вимагатиме не лише «послідовного сканування» кожного запису таблиці з типом даних Geometry, а й виконання обчислювально містких геометричних операцій функціями аналізу просторових відношень між об'єктами (перетинаються, перекриваються, дотикаються, містяться в контурі або на заданій відстані тощо). Наприклад, побудова з'єднань двох таблиць за просторовою ознакою вимагає порівняння контурів усіх об'єктів двох таблиць один з одним. Це може бути дуже затратним. Так, для об'єднання об'єктів двох таблиць із 10 000 записами без використання просторових індексів потрібно виконати 100 мільйонів порівнянь, тоді як з індексами затрати часу можуть бути суттєво знижені на декілька порядків, для нашого прикладу це може бути лише 20 000 порівнянь.

Як формуються і працюють просторові індекси. В залежності від типів просторових об'єктів (точки, лінії, полігони, графи, растрові зображення) запропоновано низку нових методів та структур індексування. Проте, тільки дві-три поміж них перетворилися в індустріальні стандарти універсальних СКБД. Передусім, це стосується просторових індексів із структурою

R-дереву (*Rectangle Tree*; *дерево прямокутників*, рис. 2.16) та GRID-індексів, заснованих на регулярних сітках (рис. 2.17).

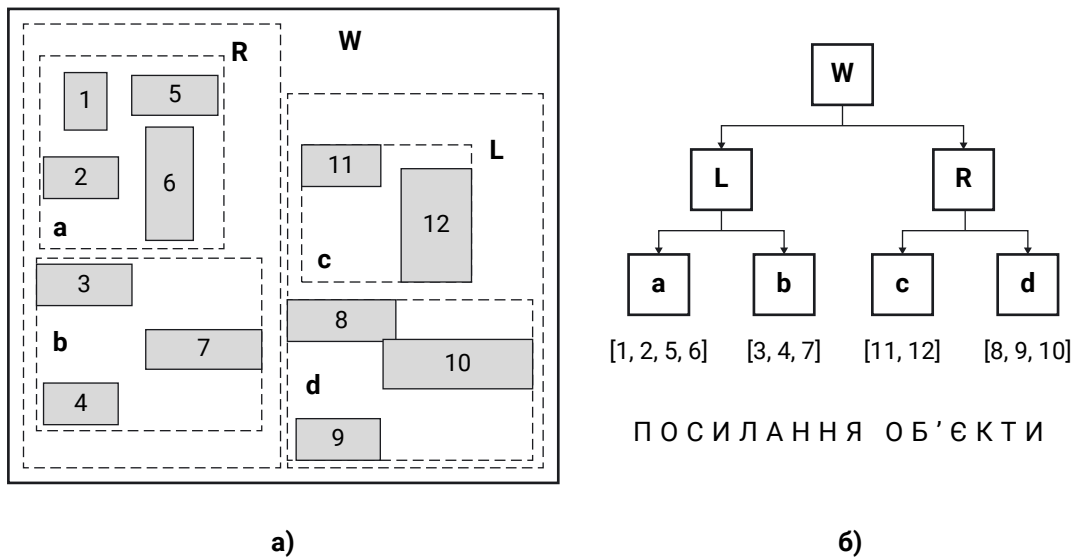


Рис. 2.16. Схема формування R-дерева для індексування геопросторових даних: а) схема поділу простору набору даних на систему вкладених прямокутників; б) граф структури R-дерева

Для побудови R-дерева використовується не геометричні елементи об'єктів, а координати їх прямокутних оболонок, а сам простір набору даних умовно розділяється на ієрархічну систему прямокутників (рис. 2.16, а), які можуть, наразі, й перекриватися. Просторове положення та розміри прямокутників вибираються за умови приблизно однакового числа прямокутних оболонок об'єктів в кожному прямокутнику певного рівня. Виконання цієї умови забезпечує створення збалансованого R-дерева. Термінальні вершини R-дерева (рис. 2.16, б) містять посилання на записи таблиць набору геопросторових даних.

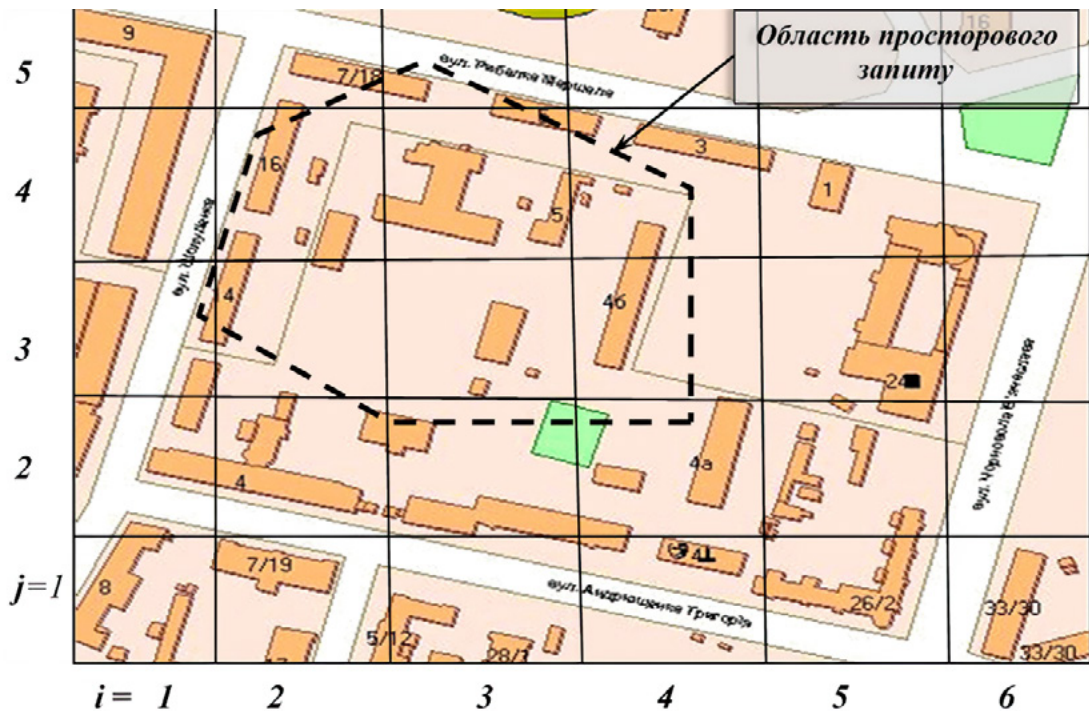


Рис. 2.17. Схема формування просторового GRID-індексу

Для формування GRID – індексів використовуються сукупна полігональна оболонка усіх елементів геометричної моделі кожного об'єкта. Структура просторового індексу на регулярній сітці описується множиною записів в таблиці індексу $GSPIN = \{ \langle i, j \rangle, GRID_k \}$, де пара $\langle i, j \rangle$ – відповідає номеру клітинки сітки, з якою перетинається оболонка k-го об'єкта, а $GRID_k$ – ідентифікатор об'єкта в таблиці БГД. Оскільки номери клітинок є нульвимірними, то для таблиці в БГД формується стандартний індекс, наприклад за схемою В-дерева.

Логічна схема використання просторових індексів функціями просторових запитів практично не залежить від методу індексування та включає такі основні кроки відбору (фільтрування) геопросторових об'єктів:

- 1) визначення просторового індексу області просторового запиту (для R-дерева це найменші прямокутники структури індексу, з якими перетинається область запиту, а для GRID-індексу – номери клітинок сітки, з якими перетинається область запиту);
- 2) вибірка об'єктів-кандидатів згідно просторового індексу області запиту;
- 3) застосування точних геометричних фільтрів (просторових функцій) для вибірки поміж об'єктів-кандидатів об'єктів, для яких виконується умова просторового запиту.

Ефективність того чи іншого просторового індексу можна оцінювати коефіцієнтом надлишковості $K_H = 1 - |M_o| / |M_s|$, де M_o – число об'єктів відібраних точним геометричним фільтром, M_s – число об'єктів-кандидатів відібраних первинним фільтром з використанням структури просторового індексу. Просторові індекси на основі R-дерева вважаються універсальними, оскільки при формуванні структури ієрархії прямокутників R-дерева враховується розподіл об'єктів у просторі (умова збалансованості дерева). Ефективність GRID-індексу пов'язана з вибором оптимального кроку сітки з урахуванням розмірів та форми об'єктів набору даних. При цьому GRID-індекс може бути ефективнішим R-дерева для наборів геопросторових даних з великою щільністю об'єктів, наприклад для забудованих територія великих міст.

Завершуючи розгляд основних аспектів розвитку баз геопросторових даних, можна констатувати, що сфера баз геопросторових даних одна із найбільш динамічних областей в технології систем баз даних останнього десятиліття. Тому є кілька причин, але передусім це бурхливий розвиток геоінформаційних технологій та практично повсюдне їх застосування, яке супроводжується накопиченням великих масивів геопросторових даних, що потребують засобів надійного зберігання, постійного оновлення та спільного використання в інформаційних системах різного призначення і територіального охоплення.

Завдяки геоінформаційним сервісам в глобальних мережах до виробництва та використання геопросторових даних залучаються мільйони користувачів. Подолання багатьох проблем на шляху досягнення інтероперабельності, що об'єктивно виникають при використанні геопросторових даних в таких масштабах, ґрунтується на інтегруванні геоінформаційних технологій з універсальними технологіями систем баз даних, які пройшли багаторічну апробацію та масове використання і на сьогодні є практично безальтернативними технологіями в сфері зберігання, керування та забезпечення багатокористувацького доступу до великих обсягів інформаційних ресурсів НІГД. Саме така сукупність факторів визначила попит ринку геоінформаційних послуг на уніфіковані рішення в сфері використання баз геопросторових даних, що відповідно стимулює їх розвиток в індустрії об'єктно-реляційних СКБД та ГІС.

2.3. Геоінформаційні продукти НІГД

2.3.1. Види геоінформаційних продуктів і технологічні схеми їх використання в НІГД

Розвиток Інтернету, баз геопросторових даних, технологій сховищ даних та хмарних обчислень призвели до формування концепції дата-продукту. Згідно із цією концепцією дані розглядаються як окремий автономний інформаційний продукт, що постачається та надається у повторне використання поза системою, для якої дані були створені, або в якій вони реєструються, накопичуються, зберігаються, супроводжуються та використовуються для певних цілей.

До основних видів геоінформаційної продукції НІГД належать види, що притаманні геоінформаційним системам в цілому (рис. 2.18), а саме:

- електронні карти;
- цифрові карти;
- ортофотокарти;
- дані дистанційного зондування землі (ДЗЗ);
- 3D моделі місцевості;
- мультимедіа та віртуальна реальність;
- бази геопросторових даних та набори геопросторових даних.



Рис. 2.18. Типові геоінформаційні продукти НІГД

Для ефективного повторного використання геопросторових даних як дата-продукту іншими користувачами НІГД вони повинні бути забезпечені відповідними метаданими та специфікацією продукту. Специфікація містить докладний опис структури та змісту (тобто

моделі) геопросторових даних та інші характеристики як у людино-орієнтованій текстовій формі, так і в формалізованому комп'ютерно-орієнтованому виді. Останній призначений для реалізації автоматизованого налаштування операцій перетворення, об'єднання даних та їх використання із мінімальними застосуванням ручних операцій або зовсім без них.

Повторне використання геопросторових даних НІГД в прикладних ГІС може здійснюватися за такими двома основними технологічними схемами:

- 1) пряма онлайн інформаційна взаємодія ГІС із геоінформаційними сервісами геопорталу в Інтернеті;

- 2) завантаження даних із геопорталу для їх багаторазового автономного використання в середовищі прикладної ГІС.

За першою схемою копії доступних даних не зберігаються на диску комп'ютера прикладної ГІС, а в кожному сеансі роботи вони оперативно передаються із геопорталу і тимчасово зберігаються (кешуються) в середовищі ГІС. Це потребує сталості та надійності доступу до геоінформаційних сервісів геопорталу, швидкодіючих каналів передачі даних в Інтернеті та пов'язано з витратами на використання засобів телекомунікації в сеансах роботи прикладної ГІС з геоінформаційними сервісами геопорталу. Суттєвою перевагою використання геопросторових даних за цією схемою є отримання від геоінформаційних сервісів геопорталу актуальних даних в кожному сеансі роботи прикладної ГІС.

Реалізація іншої схеми можлива, якщо держателі даних надають доступ до даних за ліцензією, в якій передбачена можливість завантаження даних для їх автономного використання. Ця схема виглядає привабливішою в контексті потреби й витрат на постійну онлайн взаємодію в процесі багаторазового використання даних, але потребує додаткових витрат на синхронізацію завантажених даних при їх оновленні на геопорталі.

Вибір поміж двох технологічних схем використання даних НІГД в прикладних ГІС пов'язаний з частотою використання даних, періодичністю їх оновлення на геопорталах, а також з ліцензійними умовами держателів та виробників даних на доступ і використання даних.

Це стосується практично усіх перелічених видів геоінформаційних продуктів, включаючи цифрові і електронні карти та бази геопросторових даних, які є компонентами будь-якої прикладної ГІС, але водночас можуть постачатися як дата-продукти для повторного використання в інших геоінформаційних системах. Зауважимо, що в сучасних ГІС бази геопросторових даних складають основу виробництва інших геоінформаційних продуктів (рис. 2.19).

Типові схеми реалізації та функції БГД в середовищі сучасних універсальних СКБД розглядаються в п. 2.2 цього посібника. Зауважимо, що для виробництва цифрових та електронних карт в базах геопросторових даних може використовуватися мультирепрезентативний підхід, за якого для кожного об'єкта зберігаються векторні моделі об'єктів з різним типом просторової локалізації (точковий, лінійний та полігональний) та можливо з різним рівнем деталізації, кожний з яких буде використовуватися в залежності від поточного масштабу картографічного зображення місцевості на екрані дисплея або її формування у растрових форматах як окремого дата-продукту. Уточним поняття «цифрова карта» та «електронна карта», оскільки їх часто ототожнюють навіть в офіційних документах.

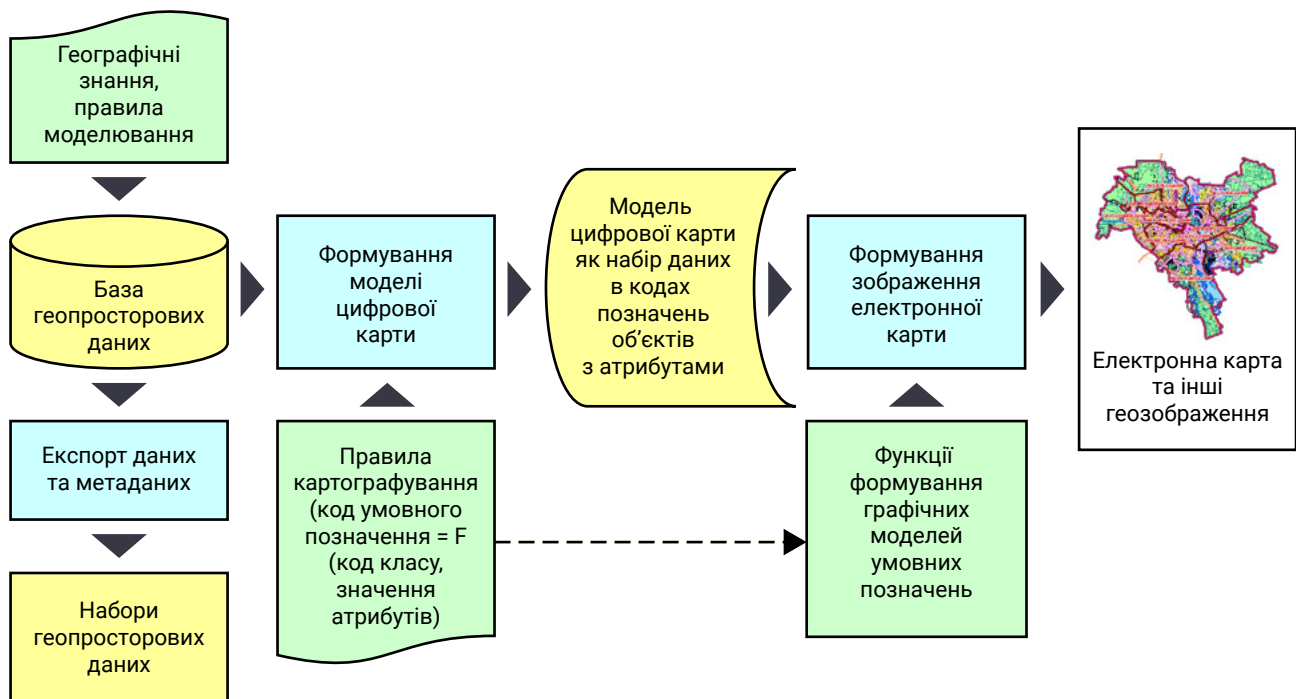


Рис. 2.19. Використання баз геопросторових даних для виробництва дата-продуктів НІГД

Типові схеми реалізації та функції БГД в середовищі сучасних універсальних СКБД розглядаються в п. 2.2 цього посібника. Зауважимо, що для виробництва цифрових та електронних карт в базах геопросторових даних може використовуватися мультирепрезентивний підхід, за якого для кожного об'єкта зберігаються векторні моделі об'єктів з різним типом просторової локалізації (точковий, лінійний та полігональний) та можливо з різним рівнем деталізації, кожний з яких буде використовуватися в залежності від поточного масштабу картографічного зображення місцевості на екрані дисплея або її формування у растрових форматах як окремого дата-продукту. Уточним поняття «цифрова карта» та «електронна карта», оскільки їх часто ототожнюють навіть в офіційних документах.

Цифрова карта

це цифрова модель аналогової/паперової чи електронної карти в кодах умовних знаків (типів об'єктів) згідно із класифікатором інформації, що відображається на картах. Фактично, цифрова карта – це спеціальний набір векторних геопросторових даних, який за складом об'єктів, їх позиційною точністю та набором атрибутів відповідає складу певної топографічної або тематичної карти певного масштабу. Наголосимо, що вона містить коди типів об'єктів та їх атрибути, а не їх картографічне зображення.

Електронна карта

це зображення карти на екрані дисплею або автоматизована роздруківка електронного зображення карти на принтерах/плоттерах або це файл зображення електронної карти у форматах, що забезпечують отримання її копії на екрані або принтері без застосування ГІС. Наприклад, це файл в растрових форматах (jpg, tiff, gif, png тощо) або растрових чи векторних форматах документів pdf.

Отримання електронної карти із цифрової потребує так званого рендерингу або стилізації, в процесі якого кожному коду типу об'єкта ставиться у відповідність певний умовний картографічний символ (знак). Формування символів в ГІС забезпечується бібліотекою умовних графічних позначок (позамасштабних точкових знаків, ліній, заливки багатокутників тощо з їх атрибутами візуалізації – колір, тип і товщина ліній, тип штрихування або заливки багатокутників тощо). Інколи для формування таких знаків застосовуються програмні функції з параметрами-атрибутиками об'єктів.

Візуалізація звичайних е-документів в текстових форматах або в XML порівняно проста. Вона забезпечується засобами звичайних веб-браузерів або програмними засобами опрацювання текстових файлів. Перетворення цифрових карт в зображення електронних карт значно складніше і пов'язано не тільки з необхідністю підтримки спеціальних бібліотек картографічних символів, але також з перетвореннями координат, картографічними проєкціями, класифікацією об'єктів за тематичними змінними та іншими речами веб-картографування, зокрема, засобами підтримки інтерактивних карт з доступом до атрибутів об'єктів тощо.

Поміж цифрових карт виділяють цифрові топографічні векторні карти, які за складом та змістом відповідають традиційним топографічним картам і планам. За визначенням топографічні об'єкти – це географічні об'єкти природного або артефактного походження, які розташовані на земній поверхні (над, під земною поверхнею), обмежені в просторі, стаціонарні відносно земної поверхні та відносно сталі в часі. Топографічні об'єкти вирізняються на місцевості своїми межами, які є границями розділення (розриву) для артефактних об'єктів або областями великих градієнтів зміни поверхні для природних об'єктів. Обмеження топографічних об'єктів в просторі може характеризуватися певними лінійними розмірами величиною від кількох сантиметрів до десятків і сотень кілометрів (наприклад, протяжність шляхів, річок тощо).

Топографічні дані мають міжгалузеве та багатоцільове призначення, вони складають основу для координатно-просторової прив'язки тематичних даних, що збираються за результатами інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних та інженерно-гідрогеологічних вишукувань, земельно-кадастрових робіт, просторового планування, статистичних досліджень та інших спеціальних робіт і обстежень. Топографічні дані складають основу наборів базових геопросторових даних НІГД.

Доступ до електронних карт в НІГД може забезпечуватися на рівні прикладних програмних інтерфейсів API взаємодії із геоінформаційними сервісами типу WMS або WMTS, а також вони можуть бути завантажені як набори растрових даних у відповідних форматах для їх подальшого використання в автономному режимі функціонування прикладних ГІС.

Цифрові топографічні карти

це спеціальний набір геопросторових даних з каталогом типів об'єктів та їх атрибутів згідно із затвердженими класифікаторами інформації, що відображається на картах відповідних масштабів. Доступ до таких наборів даних в НІГД може забезпечуватися на рівні інтерфейсів API взаємодії із геоінформаційними сервісами типу WFS або вони можуть бути завантажені в обмінних форматах даних для ГІС, наприклад, shp-файлів ArcGIS, які стали стандартом де-факто для обміну векторними даними в ГІС.

є основним засобом виробництва інших геоінформаційних продуктів, зберігання інформаційних ресурсів інфраструктури (геопросторових даних і метаданих) та надання доступу до них в мережі геопорталів НІГД. Геопросторові дані БГД можуть експортуватися із баз даних як набори геопросторових даних у обмінних форматах. *За визначенням набір геопросторових даних – це ідентифікована сукупність даних, на які поширюється одна і та ж специфікація геопросторових даних.* Наразі це можуть бути тематичні дані про об'єкти одного або кількох типів або набір базових даних в певному масштабі на визначену в специфікації територію (просторовий екстент). Доступ до таких наборів даних в НІГД може забезпечуватися на рівні інтерфейсів API взаємодії із геоінформаційними сервісами типу WFS, WCS та інших або вони можуть бути завантажені в форматах геопросторових даних на основі GML, GeoJSON або інших форматах, які задовольняють вимоги, що визначені в технічному регламенті «Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів» [7].

Окремі бази геопросторових даних можуть в цілому постачатись як цільові набори геопросторових даних у форматах обміну вмістом баз даних, наприклад: *geopackage, FlatGeobuf* тощо. До таких наборів геопросторових даних, зокрема, належать бази даних, що постачаються в складі містобудівної документації для комплексного плану просторового розвитку території територіальної громади, генерального плану населеного пункту і детального плану території.

2.3.2. Виклики щодо забезпечення інтероперабельності геоінформаційних продуктів НІГД

Проблеми забезпечення інтероперабельності геоінформаційних продуктів пов'язані з такими їх загальними властивостями:

- **мультитематичність** (багато тем даних, відмінності у структурі та складі);
- **мультимасштабність** (різне просторове розрізнення та різні рівні деталізації);
- **мультитимчасовість** в даних періодичних спостережень або в даних несинхронного та неповного оновлення;
- **різні системи координат та проєкції;**
- **багато форматів подання.**

Зміст ключових проблем інтероперабельності геоінформаційних продуктів (мультитематичності, мультимасштабності та мультитимчасовості) розглянемо на прикладах з демонстрацією відповідних картографічними зображеннями.

Мультитематичність геопросторових даних полягає у різновидах просторових моделей для одних і тих же типів об'єктів. Це можна продемонструвати на прикладі цифрової моделі вулиць на топографічному плані (рис. 2.20) та цифрової сегментно-вузлової моделі вулично-дорожньої мережі (ВДМ) для навігаційних потреб (рис. 2.21).

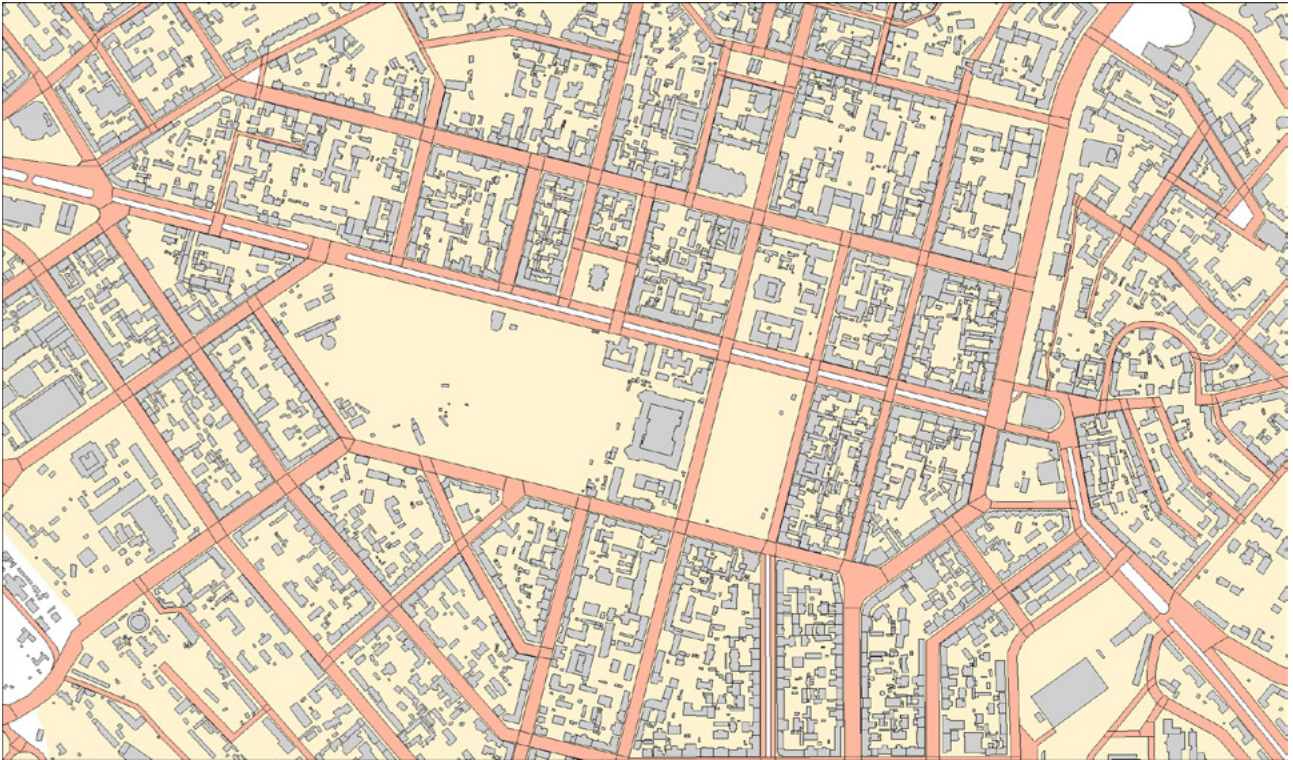


Рис. 2.20. Зображення цифрової моделі вулиць на топографічному плані

В моделі цифрового топографічного плану вулицям відповідають полігональні об'єкти з основною ознакою «тип дорожнього покриття». Для навігаційних потреб, зокрема для задач маршрутизації, створюється сегментно-вузлова модель ВДМ з орієнтованими в напрямі зростання адрес ділянками (сегментами) вулиць та вузлами на перетині цих ділянок.

В цифровій моделі ВДМ фактично подається топологічна графова модель мережі, яка складається з двох типів координатно і топологічно узгоджених об'єктів: вузлів на перехрестях вулиць та ділянок (сегментів) осьових ліній вулиць, а можливо й осьових ліній їх окремих смуг. Кожний вузол має унікальний номер, а кожний сегмент містить атрибути із значеннями номеру початкового й кінцевого вузлів. Сегменти ВДМ мають також атрибути щодо характеристик організації руху транспортних засобів, а вузли щодо допустимих маневрів транспортних засобів, зокрема напрямів дозволених поворотів та інше. Саме використання подібної мережної моделі дозволяє застосовувати відповідні алгоритми для прокладання оптимальних маршрутів руху транспортних засобів між парами заданих пунктів або для вирішення відомої задачі комівояжера щодо оптимального маршруту відвідання N пунктів з поверненням у вихідний та інших подібних задач.

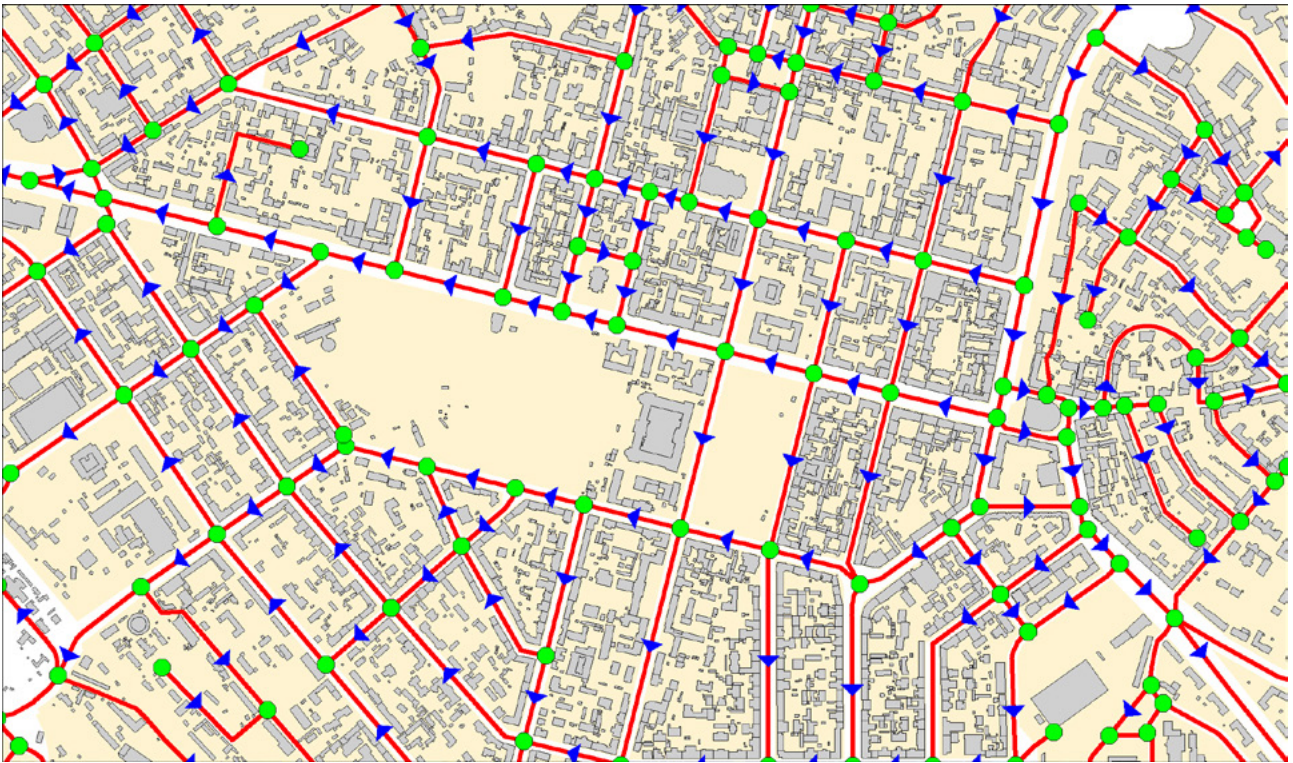


Рис. 2.21. Зображення цифрової сегментно-вузлової моделі вулично-дорожньої мережі для навігаційних потреб

Мультимасштабність геопросторових даних пов'язана передусім з об'єктивною потребою у моделюванні на різних рівнях управління розвитком території від локального до глобального. Кожен рівень управління характеризується певним територіальним охопленням, потребує відповідного рівня деталізації та узагальнення як моделей геопросторових об'єктів, так і значень їх атрибутів. Мультимасштабність характерна і для традиційного картографічного моделювання та завдань традиційного топографічного картографування місцевості в різних масштабах від топографічних планів масштабу 1:500 до 1:500 000 й дрібніше.

В контексті інтероперабельності геопросторових даних проблема мультимасштабності пов'язана передусім з узгодженням баз геопросторових даних з різним складом об'єктів та з різним рівнем їх просторового розрізнення і генералізації, а також з методами узагальнення та агрегування даних, з організаційними і технологічними аспектами моніторингу змін місцевості та синхронізацією оновлення баз геопросторових даних для різних рівнів управління і територіального охоплення.



Рис. 2.22. Мультимасштабність геопросторових даних (адаптовано авторами, джерело [86])

Мультичасовість геопросторових даних характерна для задач будь-яких моніторингових спостережень (за станом довкілля, використання земельних та інших природних ресурсів, розвитком природних чи техногенних процесів), гідрометеорологічних спостережень, спостережень за рухомими об'єктами та в багатьох інших сферах. Ця проблема пов'язана з побудовою часових рядів як для значень показників спостережень, так і для просторових характеристик стану об'єктів або просторового поширення досліджуваного явища.

Часто для вирішення цих задач в сучасних умовах використовуються різночасові дані ДЗЗ (рис. 2.23) у вигляді супутникових знімків, які координатно прив'язуються, трансформуються та аналізуються разом з векторними даними на відповідні території.

За результатами спостережень створюються GRID-моделі просторового поширення різних первинних показників спостережень та обчислених похідних часткових та комплексних/інтегральних індикаторів.

Вирішення проблеми забезпечення інтеперабельності мультичасових геопросторових даних пов'язано із організаційними і технологічними аспектами щодо:

- постійного та комплексного оновлення наборів базових геопросторових даних; оновлення метаданих для даних різного виду спостережень;
- забезпечення зберігання великих обсягів моніторингових даних в просторово-часовому вимірі та надання надійного оперативного доступу до них в мережі геопорталів НІГД.

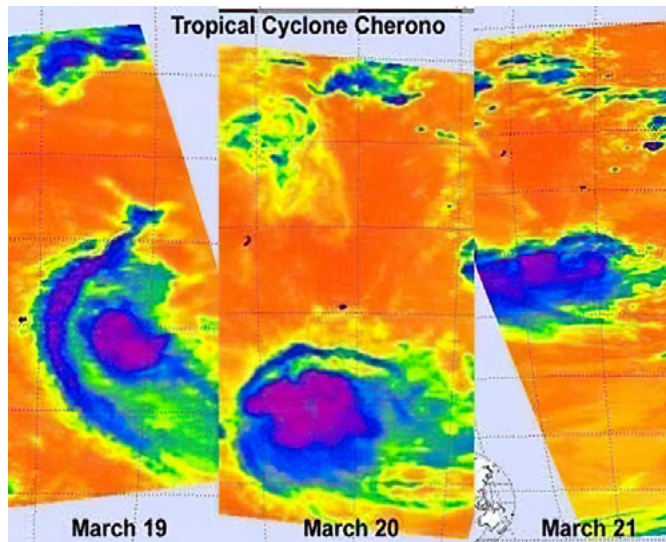


Рис. 2.23. Різночасові дані ДЗЗ моніторингу розвитку циклону (джерело [86])

2.4. Принципи та методи забезпечення інтероперабельності геопросторових даних

2.4.1. Контексти терміну «інтероперабельність»

Спрощений переклад з англійського поняття «*interoperability*» як «сумісність» пов'язує її досягнення з використанням уніфікованих інтерфейсів та уніфікованих форматів обміну даними. Але це лише одна із складових інтероперабельності в широкому сенсі цієї властивості.

В технічній літературі, міжнародних стандартах та нормативних документах термін «інтероперабельність» вживається в різних контекстах (табл. 2.7).

Розглянемо визначення терміну в нормативних документах в сфері інформаційних технологій та геопросторових даних.

Інтероперабельність	здатність геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів до функціональної та інформаційної автоматизованої взаємодії (п. 9 Стаття 1 Закону України Про національну інфраструктуру геопросторових даних [1]).
Інтероперабельність	здатність двох або більше систем або елементів до обміну інформацією та до використання інформації, отриманої в результаті обміну за технологією відкритих систем на основі узгодженого набору стандартів - профілю інтероперабельності (ISO/IEC FCD 24765[42]).
Інтероперабельність	можливість об'єднання наборів просторових даних і взаємодії сервісів без повторюваного ручного втручання таким чином, щоб результат був узгодженим, а додаткова цінність наборів даних і послуг підвищувалася (Директива INSPIRE [24]).
Інтероперабельні геопросторові дані	геопросторові дані, що відповідають узгодженим специфікаціям продукту даних (Специфікація INSPIRE D2.5[32]).
Інтероперабельна система	система, підсистеми якої функціонують за незалежними алгоритмами, не мають єдиного пункту керування взаємодією, а керування визначається єдиним набором стандартів – профілем інтероперабельності (ISO/IEC 2382:2015 [41]).

Варіанти та аспекти вживання терміну «інтероперабельність»

ВАРІАНТИ ВЖИВАННЯ ТЕРМІНУ «ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ»	ОСНОВНІ АСПЕКТИ КОНТЕКСТУ ВЖИВАННЯ
Сумісність	Загальне поняття без явного контексту
Інформаційна сумісність	Акценти на сумісність форматів даних та систем кодування і класифікації
Функціональна сумісність	Акценти на функціях компонентів та можливість побудови узгоджених ланцюжків опрацювання даних
Взаємодія	Акценти на механізмах, протоколах та API взаємодії компонентів
Здатність до взаємодії	Узагальнене поняття, що охоплює усі аспекти сумісності та автоматичної взаємодії компонентів системи

Як бачимо, визначення інтероперабельності сформульовані в контексті цільових документів, в яких вони приводяться. Але можна зауважити спільність одного аспекту – **це здатність компонентів системи до взаємодії**.

В профільному Законі про НІГД основний наголос зроблено на *здатності до автоматичної функціональної та інформаційної взаємодії ключових компонентів НІГД: геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів*. Але у визначенні не вказано методи і засоби, якими ця взаємодія може бути забезпечена. Вони деталізуються в деяких положеннях власне Закону та в технічних регламентах НІГД [5, 7], які були розроблені згідно із Законом.

У визначенні інтероперабельності в міжнародному стандарті ISO/IEC FCD 24765 [42] в сфері інформаційних технологій увага акцентується на *здатності систем до обміну та до використання інформації отриманої в результаті обміну*. Також вказуються методологія забезпечення такої здатності – технологія взаємодії відкритих систем на основі узгодженого набору стандартів профілю інтероперабельності. Поняття профіль в сфері стандартизації визначається як сукупність базових стандартів або їх частин з можливими специфічними розширеннями, застосування яких в сукупності забезпечує вирішення певної прикладної задачі. У нашому випадку досягнення інтероперабельності компонентів НІГД.

З цим визначенням інтероперабельності в методологічних аспектах гармонізовано положення як Закону, так і технічних регламентів НІГД. Зокрема, в прикінцевих положеннях Закону в останньому абзаці Стаття 36 визначено, що: *«Для регулювання діяльності у сфері використання геопросторових даних та метаданих у разі відсутності технічних регламентів, національних стандартів або технічних специфікацій можуть застосовуватися положення стандартів Міжнародної організації із стандартизації (ISO), Open Geospatial Consortium та специфікації даних INSPIRE»* [1].

А у п. 7 Порядку визначено, що *«Під час створення, функціонування та розвитку національної інфраструктури геопросторових даних повинні враховуватися вимоги міжнародних стандартів серії ISO 19100 "Географічна інформація/ Геоматика" та національних стандартів у сфері географічної інформації»* [5].

Стандарти серії ISO 19100 та гармонізовані з ними національні стандарти у сфері географічної інформації ґрунтуються на методології та еталонній моделі взаємодії відкритих систем і розвивають їх з урахуванням специфіки геопросторових даних.

Варто зауважити, що термін **«взаємодія відкритих систем»** визначає архітектуру систем з уніфікованими рівнями і блоками, для яких визначено стандартні протоколи взаємодії. Найкращим прикладом аналогу архітектури відкритих систем можна назвати Інтернет і веб-технологію. Ці компоненти працюють на різних апаратних платформах персональних комп'ютерів, планшетів, смартфонів за єдиними принципами, єдиними стандартами і протоколами, які прийняті консорціумами W3C, OGC та іншими. Загальна веб-технологія розширюється компонентами роботи з геопросторовими даними – веб-картографія, геоінформаційні сервіси та геопортали.

Дотримання єдиних стандартів при взаємодії це «гра за єдиними правилами», це запорака інтероперабельності компонентів НІГД на усіх її рівнях.

Останнє поміж нормативних визначень інтероперабельності стосується НІГД **як складної системи, системи систем**, в якій інтегруються геоінформаційні системи різних галузей, відомств та рівнів територіального охоплення і адміністративно-територіального устрою країни. Вони не мають єдиного центру керування взаємодією, але вони обмінюються інтероперабельними геопросторовими даними, використовують їх для вирішення своїх прикладних задач на основі дотримання єдиних стандартів профілю інтероперабельності за принципом федералізації інформаційних систем.

2.4.2. Еталонна модель інтероперабельності

Еталонна модель у сфері стандартизації визначається як архітектурна структура для конкретного контексту, наприклад, системи, програми або інформаційної інфраструктури з визначенням базових принципів і методів її реалізації. В архітектурі сучасної еталонної моделі інтероперабельності визначено законодавчий, організаційний, семантичний і технічний рівні інтероперабельності (рис. 2.24).



Рис. 2.24. Рівні еталонної моделі нової Європейської структури інтероперабельності [78]

Законодавчий рівень інтероперабельності

стосується узгодженості національних законів, що регулюють діяльність в окремих галузях, в такий спосіб, щоб не виникало бар'єрів для міжгалузевої взаємодії в процесі виробництва, обміну та використання геопросторових даних.

Організаційний рівень інтероперабельності

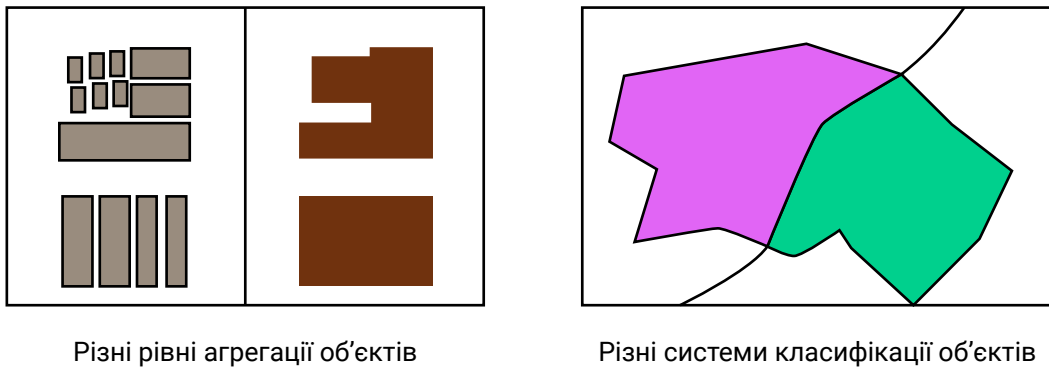
стосується прагматичних аспектів взаємодії (ділових або політичних) суб'єктів НІГД. На цьому рівні узгоджуються бізнес-цілі та укладаються угоди (меморандуми) про співпрацю між суб'єктами НІГД, які обмінюються інформацією, хоча мають відмінні внутрішню структуру і процеси. Організаційна інтероперабельність має на меті задовольнити вимоги спільноти користувачів, зокрема, служби повинні стати доступними, легко ідентифікованими і бути орієнтованими на користувача.

Основні напрями та методи досягнення організаційної інтероперабельності НІГД визначено в профільному Законі про НІГД [1] та Порядку [5] шляхом встановлення відповідальності за створення та постачання геопросторових даних та порядку взаємодії центральних органів влади, органів місцевого самоврядування та інших держателів геопросторових даних і користувачів даних в процесі виробництва, оновлення та надання доступу до наборів геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів в інфраструктурі геопросторових даних. Зауважимо, що для організаційної інтероперабельності НІГД в Україні створено гарний фундамент у вигляді структури відповідальних з питань цифрового розвитку, цифрових трансформацій і цифровізації. Реалізовано один із основних принципів організаційної інтероперабельності – чітка ідентифікація відповідальності. Актуальним натепер є міжгалузева координація в розвитку рівнів семантичної та технічної інтероперабельності.

Семантична інтероперабельність

це здатність будь-яких взаємодіючих в процесі комунікації інформаційних систем однаково чинно сприймати та інтерпретувати зміст інформації, якою вони обмінюються. Вона стосується методів та засобів для подолання структурної та семантичної неоднорідності (гетерогенності).

- **Структурна неоднорідність** пов'язана з відмінностями в концептуальному моделюванні геопросторових об'єктів. Виокремлення типів об'єктів, атрибутів і відношень/зв'язків між об'єктами може бути виконано по-різному в різних джерелах даних.
- **Семантична неоднорідність** стосується відмінностей в значеннях понять і даних, що використовуються для уявлення об'єктів реального світу з різних точок зору (контекстів) предметних сфер, в яких вони моделюються і досліджуються. Зокрема, в різних задачах мають місце різні рівні агрегування об'єктів та використовуються різні системи їх класифікації.



Різні рівні агрегації об'єктів

Різні системи класифікації об'єктів

Рис. 2.25. Приклади семантичної неоднорідності геопросторових об'єктів

На схемі прикладу (рис.2.25) відображено відмінності в сенсі поняття типу «будівля» на різних рівнях деталізації та просторового розрізнення. Або це відмінності в системах класифікації при зонуванні території – одна й та ж територія може бути класифікована як забудована або, наприклад, як виробнича в контексті теми зонування. Одним із методів вирішення подібних колізій може бути використання фасетних систем кодування для різних тематичних класифікаторів і використання для об'єктів складеного коду класифікації за різними ознаками.

Технічна інтероперабельність

це здатність інформаційних систем до взаємодії на рівні технічних засобів комунікації, форматів та протоколів обміну даними. Вона стосується методів та засобів для подолання системної та синтаксичної неоднорідності.

Перша, **системна неоднорідність**, характеризується відмінностями апаратних засобів, операційних систем, систем керування базами даних та геоінформаційних систем як джерел даних. До основних засобів подолання системної неоднорідності геопросторових даних на рівні технічної інтероперабельності належать [7]:

- використання СКБД із стандартними розширеннями функцій для зберігання, опрацювання і аналізу геопросторових даних згідно із міжнародним стандартом ISO/IEC 13249-3:2016 та специфікаціями OGC SFA та OGC SFA-S;
- методологія кодування географічної інформації відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19118:2017;
- стандартні формати обміну геопросторових даних, засновані на мові географічної розмітки GML відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19136:2017.

Інша, **синтаксична неоднорідність**, стосується фізичного рівня подання даних та визначається відмінностями у форматах даних, які використовуються для передавання даних в повідомленнях від джерел даних.

Приклад реалізації еталонної моделі інтероперабельності в Україні

Як приклад реалізації еталонної моделі інтероперабельності в Україні можна навести проєкт «Національна система інтероперабельності (взаємодії) електронних інформаційних ресурсів в Україні». Створення цієї системи було започатковано в проєкті з надання е-послуг TAPAS за участі USAID, UKaid, Eurasia Foundation.

В рамках проєкту TAPAS проведено інвентаризацію 23 державних реєстрів в Україні з метою визначення їхнього стану (якості, достовірності та доступності інформації) та готовності реєстрів до електронної взаємодії. За результатами інвентаризації у травні 2017 року був представлений звіт «Стан та перспективи розвитку державних електронних інформаційних ресурсів». Складено план дій щодо поліпшення рівня сумісності національних інформаційних ресурсів в Україні до 2020 року – **Дорожня карта розвитку національної інтероперабельності (взаємодії)** [49], яку було презентовано у серпні 2017 року. Карта містить перелік конкретних проблем та заходів, які необхідно здійснити для досягнення максимального рівня ефективності використання державних даних на технічному, семантичному, організаційному та нормативному рівнях, а також створення на цьому фундаменті інтегрованих електронних послуг.

Наразі, ми з вами сьогодні є свідками цього результату. Ми маємо інтегровану систему надання електронних послуг «ДІЯ» та систему електронної взаємодії згідно із постановою Кабінету Міністрів України від 10 травня 2018 р. № 357 “Деякі питання організації електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів”, яким затверджено Порядок (в новій редакції Положення) організації електронної інформаційної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів [10].

Важливою складовою законодавчого рівня еталонної моделі інтероперабельності системи електронної взаємодії став Закон України Про публічні електронні реєстри: із змінами, внесеними згідно із Законом № 2130-IX від 15.03.2022 [2].

В Законі визначено багато положень, пов’язаних з усіма рівнями інтероперабельності, зокрема із семантичною в питаннях створення й ведення системи єдиних класифікаторів. У кожного класифікатора допускається лише один адміністратор, що здійснює його ведення як спільного ресурсу для усіх реєстрів, в яких він використовується. Рекомендується докладніше ознайомитися з цим Законом, оскільки він стосується публічних електронних реєстрів, які важливі для функціонування НІГД.

Можна також рекомендувати навчальний посібник «Електронна взаємодія органів публічної влади» [50]. Незважаючи на те, що на час публікації цього посібника ще не була реалізована згадана вище система електронної взаємодії, багато концептуальних речей еталонної моделі інтероперабельності та доречних технологічних засобів у ньому розглянуто на доступному рівні.

В забезпеченні інтероперабельності компонентів НІГД на семантичному і технічному рівнях вирізняють два основні підходи:

01 **сервіс-центричний**, що включає типізацію сервісів, архітектуру та прикладні програмні інтерфейси API взаємодії сервісів на основі загальних базових стандартів інформаційних технологій;

02 **інформаційно-центричний**, що пов'язаний з питаннями стандартизації моделей геопросторових даних, прикладних схем їх використання та метаданих.

Ці два підходи не є альтернативними або конкуруючими. В них проблема забезпечення інтероперабельності розглядається на різних рівнях та різних етапах реалізації компонентів інфраструктури. Далі ми стисло розглянемо зміст цих підходів. Зауважимо, що профіль інтероперабельності геопросторових даних та геоінформаційних сервісів для реалізації цих підходів складають міжнародні та національні стандарти у сфері географічної інформації, до основних поміж яких належать:

- ДСТУ ISO 19101:2009. Еталонна модель [11]; ДСТУ ISO 19118:2017. ;
- ДСТУ ISO 19119:2017. Сервіси [12];
- ДСТУ ISO 19136:2017. Мова географічної розмітки GML; Д
- СТУ ISO 19131:2019. Специфікація геоінформаційного продукту[19];
- ДСТУ 8774:2018. Правила моделювання геопросторових даних [20];
- ISO 19157. Якість геопросторових даних [39];
- ISO 19115-1. Метадані – Частина 1: Основи [37];
- ISO/TS 19115-3. Метадані – Частина 3: XML схема реалізації для основних концепцій [38].

Еталонна модель інтероперабельності – це загальна рамкова, архітектурна модель, наприклад, Європейська структура [78] для безшовних послуг і потоків даних для європейських державних адміністрацій.

2.4.3. Сервіс-центричний підхід до забезпечення інтероперабельності в НІГД

Сервіс-центричний підхід можна віднести до організаційного і технічного рівнів забезпечення інтероперабельності. В ньому НІГД розглядається як мережа взаємодіючих геоінформаційних сервісів геопорталів держателів даних з дотриманням таких вимог та принципів:

- **чіткий розподіл повноважень та відповідальності** за виробництво і надання доступу до наборів геопросторових за окремими темами в мережі геопорталів НІГД;
- **дотримання єдиних вимог** до функцій та інтерфейсів API при реалізації сервісів за міжнародними стандартами та специфікаціями OGC;
- **забезпечення** геоінформаційних сервісів і геопросторових даних метаданими та специфікаціями, що достатні для використання даних в прикладних ГІС без залучення держателів і виробників даних.

Більшість питань сервіс-центричного підходу є загальними для ІГД різних рівнів, а відповідні технологічні рішення, що реалізовані й апробовані в ІГД інших країн, можуть бути безпосередньо використанні при створенні НІГД в Україні. Геопортали ІГД, як правило, будуються за сервіс-орієнтованою архітектурою (SOA) та загальними принципами реалізації геоінформаційних сервісів, що визначені у специфікаціях Відкритого геопросторового консорціуму OGC та в міжнародних стандартах з географічної інформації/геоматики .

У складі геопорталів НІГД в Порядку [5] передбачається реалізація геоінформаційних сервісів різних типів, зокрема:

- CSW для забезпечення доступ до каталогу метаданих;
- WMS та WMTS для отримання зображення електронних карт в растрових форматах, WCS для отримання цифрових моделей покриттів (сіткових моделей рельєфу, растрових моделей даних дистанційного зондування Землі тощо);
- WFS для доступу до векторних моделей геопросторових об'єктів в уніфікованих форматах (GML, GeoJSON тощо);
- WGS для доступу до реєстрів-довідників (газетирів) географічних назв, вулиць та адрес;
- WPS для доступу до програм опрацювання, перетворення, аналізу та моделювання даних, розміщених на геопорталі.

Для геоінформаційних сервісів у складі геопорталу реалізуються спеціальні програмні засоби, які підтримують в середовищі веб-браузера на стороні клієнта графічні інтерфейси користувача для формування і передавання запитів до геоінформаційних сервісів геопорталів, отримання та відображення відповідей від них.

2.4.4. Інформаційно-центричний підхід до забезпечення інтероперабельності компонентів НІГД

Інформаційно-центричний підхід ґрунтується на концепції систем з модельно-керованою архітектурою (рис. 2.24), яка виходить з того, що тривалість життя технічних реалізацій коротше, ніж термін придатності інформації, з якою вони мають справу. Це зумовлює необхідність подавати знання про інформацію у спосіб, який передбачає можливість використання нових методів і засобів технологічної реалізації без зміни раніше упорядкованої та збереженої інформації.

Знання про інформацію описуються на концептуальному рівні в моделях прикладних схем та каталогах об'єктів з використанням уніфікованої мови моделювання UML, незалежно від способів реалізації моделей засобами технологічного рівня.

Реалізації концептуальної моделі на технологічному рівні можуть бути отримані переважно за допомогою засобів автоматизації, наприклад у вигляді структури XML електронного документу для обміну даними, схеми таблиць бази даних або шаблонів специфікацій для геоінформаційних сервісів. Саме так забезпечується незалежність знань про дані та самих даних від зміни методів і технологічних засобів в процесі створення й модернізації системи.

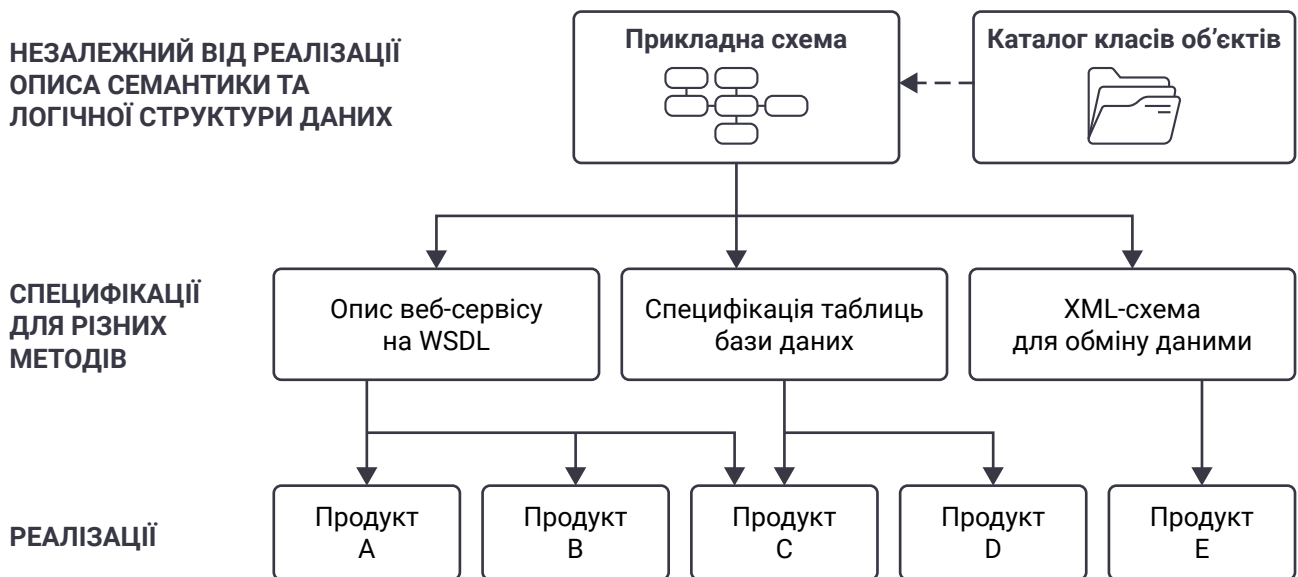


Рис. 2.26. Структура системи з модельно-керованою архітектурою [63]

Будь-які зміни в структурі даних завжди повинні фіксуватися на концептуальному рівні моделювання даних, тобто в прикладних схемах і каталогах об'єктів, а не на технологічному рівні реалізації компонентів системи. Зміни в технологічні компоненти повинні вноситися на підставі змін на концептуальному рівні з використанням засобів автоматизації підтримки інформаційних систем з модельно-керованою архітектурою.

До основних переваг реалізації інформаційно-центричного підходу належить:

- забезпечення захисту геопросторових даних, як найбільш цінного і коштовного ресурсу НІГД, від зміни її програмно-технологічних компонентів;
- досягнення високого рівня сумісності геопросторових даних, що виробляються та постачаються різними держателями даних.

Для реалізації модельно-керованого підходу в стандартах національних та регіональних ІГД найчастіше розробляються профілі або безпосередньо використовуються компоненти міжнародних стандартів комплексу ISO 19100, що забезпечують розроблення прикладних схем та специфікацій для наборів геопросторових даних. В рамках українсько-японського проекту «Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні» (2015-2017 рр.) на основі базових стандартів серії ISO 19100 Технічним комітетом ТК 103 зі стандартизації географічної інформації/геоматики в Україні розроблено національні стандарти:

- ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних» [21];
- ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007; Amd 1:2011, IDT) «Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту»[19];
- ДСТУ ISO 19157:202xx (ISO 19157:2013, IDT) «Географічна інформація. Якість геопросторових даних» [39] (xx перебуває в розгляді та затвердженні).

Ці стандарти складають методичну основу для розроблення нормативних документів з виробництва і використання інтероперабельних наборів геопросторових даних в НІГД на основі реалізації модельно-керованого підходу.

Згідно із концепцією інформаційно-центричного підходу для наборів геопросторових даних НІГД має розроблятися та постачатися докладна технічна документація і метадані, а саме: специфікація даних з описом структури та змісту даних, прикладною схемою та каталогом об'єктів;

- XML електронний документ з описом прикладної схеми моделі геопросторових даних, каталогу класів об'єктів, атрибутів об'єктів та класифікаторів;
- метадані про геопросторові дані та геоінформаційні сервіси.

До усіх зазначених ресурсів держателями даних повинен забезпечуватися відкритий доступ в мережі геопорталів. Це створює передумови для використання даних фахівцями та програмами без залучення виробників даних.

2.4.5. Система єдиних вимог до сумісності геопросторових даних

Вочевидь, що наявність згаданих формалізованих моделей та електронних документів з їх описом ще не гарантує сумісності геопросторових даних, особливо на змістовному семантичному рівні.

Цього можна досягти на основі дотримання єдиних вимог створення власне даних. Зокрема в регламенті «Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів» [7] визначено загальні вимоги щодо:

- використання референцних системи координат;
- координатного, топологічного і часового узгодження моделей геопросторових об'єктів;
- гармонізації класифікаторів класів об'єктів, значень їх атрибутів;
- уніфікації системи унікальної ідентифікації об'єктів, в тому числі з використання офіційних реєстрів адрес та географічних назв;
- використання уніфікованих форматів обміну даними.

Геопросторові дані НІГД повинні створюватися, зберігатися та постачатися в Державній геодезичній референцній системі координат УСК-2000 та Балтійській системі висот 1977 року. Мінімальний рівень координатної, топологічної і часової узгодженості геопросторових даних НІГД досягається дотриманням вимоги обов'язковості використання уніфікованих наборів базових геопросторових даних при створення наборів тематичних геопросторових даних.

Для забезпечення уніфікованої системи ідентифікації об'єктів з використанням адресних даних та географічних назв необхідно на законодавчому рівні визначити порядок ведення та використання відповідних реєстрів з урахуванням вимог міжнародного стандарту ISO 19112:2003 ГІ. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами [18].

Важливим для інтеграції геопросторових даних з різних джерел є запровадження системи унікальної ідентифікації усіх геопросторових об'єктів в наборах даних НІГД. При формуванні ідентифікаторів геопросторових об'єктів повинні враховуватися такі вимоги [7]:

- ідентифікатор геопросторового об'єкта повинен бути унікальним на території України;
- для ідентифікації об'єктів певних класів можуть застосовуватися уже існуючі коди їх унікальної ідентифікації, наприклад, кадастрові номери земельних ділянок або коди об'єктів адміністративно-територіального устрою;
- для ідентифікації геопросторових об'єктів в наборах геопросторових даних можуть застосовуватися такі загальноприйняті системи формування унікальних ідентифікаторів:
 - а) глобальний унікальний ідентифікатор GUID (Globally Unique Identifier);
 - б) універсальний унікальний ідентифікатор UUID (Universally Unique Identifier);
 - в) унікальний ідентифікатор, що використовує координатні описи об'єктів для формування відкритого коду місцеположення OLC (Open Location Code), що запропонований та використовується в системах веб-картографії Google.

В разі, коли геопросторовий об'єкт повністю збігається з координатними даними об'єкта базових геопросторових даних поміж атрибутів об'єктів тематичних геопросторових даних повинен використовуватися додатковий атрибут із значенням ідентифікатора відповідного об'єкта в базових геопросторових даних.

Система унікальної ідентифікації геопросторових об'єктів в певному наборі геопросторових даних повинна бути визначена та описана в специфікації геопросторових даних.

Формат обміну геопросторовими даними для забезпечення сумісності повинен відповідати таким вимогам [7]:

- мати доступну для публічного використання документацію з описом формату даних;

- опис має бути достатнім для того, щоб можна було застосовувати існуючі конвертори або розробити нові конвертори даних у відкриті обмінні формати;

- формат має відповідати даним, що постачаються в цьому форматі, та забезпечувати в повному обсязі відображення структури даних та системи класифікації класів об'єктів, атрибутів об'єктів і доменів їх значень, визначених в специфікації геопросторових даних, включно з іменами класів об'єктів, іменами атрибутів об'єктів та типів даних для значень їх атрибутів, що формально описані в каталозі класів об'єктів;

- в разі подання даних у форматі, документація для якого відсутня у публічному доступі, до таких даних повинні додаватися конвертори, що забезпечують конвертування даних у відкриті обмінні формати.

Базовими форматами обміну векторними даними в НІГД потрібно визначити відкриті та нейтральні до ГІС-платформ формати, зокрема:

- формати, засновані на використанні мови географічної розмітки GML відповідно до стандарту ДСТУ ISO 19136:2017 (ISO 19136:2007, IDT);
- формати, засновані на використанні GeoJSON та TopoJSON, що розширюють загальноновідому об'єктну нотацію JSON (JavaScript Object Notation) для подання просторових властивостей об'єктів та їх атрибутів;
- формат FlatGeobuf для цифрового подання наборів даних та баз геопросторових даних за стандартами OGC.

Перелічені формати забезпечують найповніше відображення об'єктної структури наборів геопросторових даних і топологічних відношень між об'єктами, визначених в прикладних схемах даних та каталогах класів об'єктів у складі специфікацій для геопросторових даних. Імпорт/експорт геопросторових даних в цих форматах підтримується засобами практично усіх поширених інструментальних ГІС та баз геопросторових даних, а тому відпадає потреба в розробленні додаткових засобів для їх використання в НІГД.

Підсумки та загальні висновки

Геопросторові дані – це актив, який протягом тривалого часу накопичувався багатьма різними організаціями. На початкових етапах створення НІГД стан геопросторових даних можна охарактеризувати такими чинниками, що впливають у ефективність надання доступу до них в середовищі НІГД та їх використання даних в системах підтримки прийняття управлінських рішень:

- даних багато, але вони не сумісні за системами координат, просторовим розрізненням, структурою, системами класифікації, використанням цифрової топографічної основи, повнотою та актуальністю;
- дані не забезпечені метаданими та належною документацією про їх структуру та зміст, особливо у формалізованому комп'ютерно-орієнтованому виді;
- недосконалість нормативно-правового, інституційного і технологічного забезпечення доступу до даних;
- складність у використанні даних – сучасні користувачі географічної інформації витрачають 80 % свого часу на збирання та узгодження даних і лише 20 % на їх аналіз для вирішення цільової прикладної задачі та отримання результатів.

Для досягнення високого рівня інтероперабельності компонентів НІГД потрібно забезпечити реалізацію концепції сучасної еталонної моделі інтероперабельності інформаційних систем, в якій визначено законодавчий, організаційний, семантичний і технічний рівні інтероперабельності.

Інтероперабельність даних – першочергове і найважливіше, оскільки від його вирішення залежить інтероперабельність НІГД як складної системи в цілому – здатність геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів до функціональної та інформаційної автоматизованої взаємодії.

Забезпечення наборів геопросторових даних метаданими та задокументованими формалізованими знаннями про їх структуру і зміст – основний метод створення інтероперабельних геопросторових даних.

Досвід INSPIRE підтверджує ефективний шлях його вирішення на основі концепції модельно-керованої архітектури інформаційних систем та імплементації міжнародних стандартів в сфері географічної інформації.

До основних засобів досягнення системної однорідності геопросторових даних на рівні технічної інтероперабельності належить використання СКБД із стандартними розширеннями функцій для зберігання, опрацювання і аналізу геопросторових даних згідно із міжнародним стандартом ISO/IEC 13249-3:2016 та специфікаціями Відкритого геопросторового консорціуму OGC SFA та OGC SFA-S, а також

методологія кодування географічної інформації відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19118:2017.

Нормативне забезпечення інтероперабельності компонентів НІГД на семантичному і технічному рівнях визначено в технічних регламентах, затверджених Наказом Мінагрополітики від 10.11.2021 р. № 347, зокрема, вимоги щодо: специфікацій для наборів геопросторових даних, сумісності наборів геопросторових даних, систем класифікації, кодування та унікальної ідентифікації геопросторових об'єктів, відкритих форматів обміну даних, складу та структури метаданих, інтерфейсів та функцій геоінформаційних сервісів. Ці вимоги ґрунтуються на послідовному і комплексному запровадженні методології базових міжнародних стандартів серії ISO 19100 "Географічна інформація/геоматика".

Запитання для самоконтролю

- 1) Які базові моделі геопросторових даних використовуються для моделювання дискретних об'єктів та географічних полів?

- 2) Охарактеризуйте переваги і недоліки векторних та растрових моделей геопросторових даних.

- 3) Розширення якими компонентами перетворюють універсальну СКБД в систему керування базами геопросторових даних?

- 4) Які можливості забезпечуються процедурними розширеннями мови SQL щодо аналізу та моделювання геопросторових даних?

- 5) Які компоненти перетворюють дані ГІС в дата-продукт?

- 6) Які відмінності між цифровою та електронною картами?

- 7) Який із аспектів у нормативних визначеннях інтероперабельності найбільше підходить для компонентів НІГД?

- 8) Що таке профіль інтероперабельності ?

- 9) В чому проявляється семантична та синтаксична неоднорідність наборів геопросторових даних?

- 10) Завдяки яким компонентам забезпечується інтероперабельність НІГД згідно із сервіс-орієнтованим підходом?

- 11) Які переваги інформаційних систем із модельно-керованою архітектурою?

РОЗДІЛ 3.



МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБЛЕННЯ СПЕЦИФІКАЦІЙ ДЛЯ НАБОРІВ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

В розділі розглядаються методика розроблення уніфікованих за структурою та змістом специфікацій для наборів геопросторових даних НІГД як ключового засобу забезпечення інтероперабельності геопросторових даних, від якої залежить рівень інтероперабельності інших компонентів НІГД в сенсі можливість об'єднання наборів просторових даних і взаємодії сервісів без повторюваного ручного втручання таким чином, щоб результат був узгодженим, а додаткова цінність наборів геопросторових даних і геоінформаційних послуг підвищувалася.

3.1. Структура та вимоги до змісту специфікацій для наборів геопросторових даних

3.1.1. Призначення специфікації

Специфікація для набору геопросторових даних містить докладний опис структури і змісту набору даних, вимоги до метаданих та якості даних, а отже створює необхідні умови для автоматизації процесів інтегрування і використання наборів геопросторових даних зацікавленими користувачами без залучення виробника або фахівців держателя даних.

За визначенням настанови INSPIRE інтероперабельні геопросторові дані – геопросторові дані, що відповідають узгодженим специфікаціям дата-продукту [32]. Уніфікація структури і змісту специфікацій ґрунтується на дотриманні вимог технічних регламентів НІГД та міжнародних стандартів при розробленні її розділів та опису моделі даних у форматах електронного XML-документа для подальшого використання їх програмами автоматизації перетворення та інтеграції даних зацікавленими користувачами.

За призначенням можна вирізнити два типи специфікацій (рис. 3.1): виробнича специфікація та специфікація геоінформаційного продукту.

У **виробничій специфікації** визначаються вимоги до набору геопросторових даних, який потрібно створити, починаючи від збирання даних, їх опрацювання, формування та наповнення бази даних за структурою моделі даних, що визначена у специфікації. У цій специфікації також визначаються вимоги до якості даних на множині уніфікованих елементів якості. Іншими словами виробнича специфікація описує «*яким набір даних має бути*» за вимогами прикладної сфери або прикладних задач, для вирішення яких набір геопросторових даних створюється.

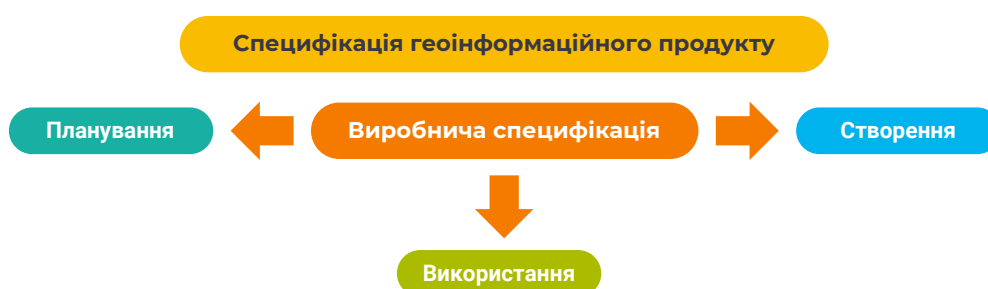


Рис. 3.1. Два типи специфікацій для геопросторових даних

У специфікації геоінформаційного продукту описується готовий набір геопросторових даних «таким яким він є» та надається (постачається) у використанні.

Специфікації обох типів мають, практично, однакову структуру, але відрізняються змістом деяких розділів. Наприклад, розділ «Якість даних» виробничої специфікації містить вимоги до якості набору даних, який потрібно створити, а в специфікації геоінформаційного продукту цей розділ доповнюється відомостями з результатами оцінювання якості набору геопросторових даних, що постачається. Аналогічно розділ «Метадані» виробничої специфікації містить вимоги до метаданих, які потрібно сформулювати як один із результатів виробництва даних, а до специфікації геоінформаційного продукту додається власне набір сформованих метаданих. Розділи, в яких описується структура та зміст даних у більшості випадків будуть однаковими в обох специфікаціях. Оскільки саме зміст цих розділів є основним для забезпечення інтероперабельності наборів геопросторових даних НІГД, то далі вживається один термін «специфікація набору геопросторових даних» без контексту типу специфікації за призначенням.

Незважаючи на певну новизну терміну «специфікація геоінформаційного продукту», зміст її окремих розділів не є новим для фахівців-розробників баз даних, чи виробників даних. Більшість розділів специфікації створювалася в різних документах, які традиційно розроблялися на різних етапах життєвого циклу дата-продукту або інформаційної системи певного призначення. Типовий набір таких документів проілюстровано на рис. 3.2.



Рис. 3.2. Специфікація і традиційна документація життєвого циклу даних

Зазвичай, життєвий цикл дата-продукту або інформаційної системи, в складі якої він створюється і використовується, починається із формування технічних вимог до нього в складі тендерної документації на закупівлю продукту або надання послуг щодо його створення. В цьому документі визначаються загальні вимоги з переліком типів об'єктів та відомостей про них, що мають бути зібрані та включені до складу набору даних. Можуть визначатися вимоги до просторового розрізнення і позиційної точності даних, можливих джерел та форматів подання даних в кінцевому дата-продукті. В технічному завданні на створення даних, яке зазвичай

розробляється уже виробником даних та узгоджується замовником, усі вимоги до дата-продукту уточнюються на основі аналізу предметної сфери або прикладної задачі, для вирішення якої має бути створено набір даних. В технічному проєкті, у редакційно-технічних вказівках на створення геопросторових даних, а також в робочому проєкті подається докладний опис структури та моделі даних з визначенням усіх класифікаторів, що використовуються в наборі для значень атрибутів об'єктів набору даних. Нарешті, за результатами приймально-здавальних випробувань складається акт про якість вироблених даних та їх відповідність вимогам технічного завдання на їх створення. Ми розглянули це питання, щоб показати, що насправді вимога щодо докладного опису даних притаманна традиційній технології створення інформаційних систем та баз даних. Але інформація про дані, як правило, фрагментована в документації, що розробляється на окремих етапах життєвого циклу системи. Її зміст та форма подання переважно текстова і орієнтована на використання людьми, а не програмами для автоматизованого перетворення чи опрацювання даних. Неповно або недбало задокументовані дані складно підтримувати, супроводжувати фахівцям замовника системи та розвивати систему, а тим більше надавати дані у використання в інших системах.

Специфікації наборів даних в НІГД призначені для забезпечення інтероперабельності геопросторових даних, яку в настановах INSPIRE визначено як **«можливість об'єднання наборів геопросторових даних та взаємодії сервісів без повторного ручного втручання таким чином, щоб результат був узгодженим і додана цінність наборів даних і сервісів зростала»**.

Інтероперабельні набори геопросторових даних – це набори даних, які відповідають специфікаціям, що розроблені для них з дотриманням загальної концептуальної моделі та системи уніфікованих елементів інтероперабельності.

Можна розглядати, як мінімум, два способи досягнення інтероперабельності наборів даних:

- 1) вибір одного поміж тематичних наборів геопросторових даних як базового та забезпечення відповідності йому в усіх інших наборах тематичних даних;
 - 2) узгодження загальних цільових показників та елементів інтероперабельності, заснованих на формалізації та документуванні структури і складу наборів даних кожної теми в цільових специфікаціях геоінформаційних продуктів НІГД.
-

Зважаючи на важливість контексту призначення набору для структури його моделі даних та її наповнення, не складно обґрунтувати, що перший спосіб є нерентабельним, оскільки залежить від системи керування базовою темою. Будь-які зміни в наборі базової теми можуть викликати потребу внесення змін у всі інші набори даних. Другий є гнучким та відкритим для інновацій в сенсі автономного внесення змін в тематичні набори в процесі розвитку цифровізації відповідної предметної сфери або потреб зацікавлених користувачів.

Опираючись на досвід реалізації INSPIRE, можна визначити склад системи, компоненти якої встановлюють правила формалізації та документування структури і складу наборів даних кожної теми в цільових специфікаціях геоінформаційних продуктів НІГД (рис. 3.3).



Рис. 3.3. Узагальнена система елементів забезпечення інтероперабельності геопросторових даних НІГД згідно із практикою INSPIRE (адаптовано авторами; джерело [86])

«Основу» складають загальна методологія та еталонна модель рішень, в якій обґрунтовано профіль інтероперабельності на основі базових міжнародних стандартів серії ISO 19100 Географічна інформація/геоматика та загальні вимоги до структури і складу гармонізованих з ними цільових специфікацій для тематичних наборів геопросторових даних INSPIRE.

Інші елементи групи «Основи» включають базу даних інформаційних ресурсів, що наповнюються та використовуються робочими групами розроблення специфікацій наборів тематичних геопросторових даних. Як відображено на схемі, це словники термінів, включаючи їх багатомовні визначення, каталоги параметрів систем координат та одиниць вимірювань, реєстри типів об'єктів та їх атрибутів. Як окремий елемент цієї групи визначено «Використання онтології», як дисципліни, що вивчає семантичні зв'язки між поняттями за загальною схемою «терміни – визначення - зв'язки між термінами» для побудови так званих семантичних мереж, та їх використання для семантичної узгодженості (відповідності) сутностей наборів тематичних даних.

Помаранчевою рамкою на рис. 3.3 виділено елементи, що складають зміст основних розділі специфікації наборів тематичних геопросторових даних як інформаційного продукту.

3.1.2. Структура та нормативне забезпечення специфікацій

Загальні вимоги до структури і складу специфікації геопросторових даних НІГД визначено в технічному регламенті «Технічні вимоги до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних», затвердженого Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України 10 листопада 2021 року N 347 [7] (далі Технічні вимоги).

У Технічних вимогах зокрема визначено, що «Геопросторові дані повинні бути забезпечені специфікацією, що розробляється відповідно до вимог Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних і національного стандарту ДСТУ ISO 19131:2019 [19].

Технічні вимоги практично повністю узгоджуються з положеннями національного стандарту ДСТУ ISO 19131:2019, в якому описуються вимоги до специфікації географічних дата-продуктів, що базуються на поняттях інших стандартів комплексу ISO 19100.

Згідно із Технічними вимогами в структурі Специфікації визначено обов'язкові та опціональні розділи, а саме:

Обов'язкові розділи

- 1) Стислий огляд

- 2) Сфера застосування

- 3) Ідентифікація набору даних

- 4) Зміст і структура даних

- 5) Системи відліку

- 6) Якість даних

- 7) Постачання набору даних

- 8) Метадані

Опціональні розділи

- 9) Збирання даних

- 10) Обслуговування даних

- 11) Зображення

- 12) Додаткова інформація

Загальні вимоги до змісту розділів визначено через посилання на міжнародні стандарти, яким елементи змісту специфікації повинні відповідати (рис.3.4). Зважаючи на те, що міжнародні стандарти, на яких ґрунтуються вимоги до окремих розділів специфікації, доступні англійською мовою та надаються Міжнародною організацією із стандартизації лише на платній основі, Технічний комітет із стандартизації в сфері географічної інформації ТК 103 в рамках україно-японського проєкту підготував ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних [21]. Цей стандарт є фактично національним профілем та містить положення базових міжнародних стандартів серії ISO 19100, з якими пов'язані основні розділи специфікації. У такий спосіб була практично вирішена проблема створення профілю стандартів для розроблення узгоджених за структурою та змістом специфікацій для наборів геопросторових даних НІГД.

Вочевидь, що для фахового розроблення специфікацій потрібні, як мінімум, базові знання у сфері стандартизації географічної інформації. Є усі підстави сподіватися, що національний профіль ДСТУ 8774:2018 буде у відкритому доступі, оскільки згідно із чинним законодавством національні стандарти, на які є посилання в нормативних документах, технічних регламентах, розглядаються як складова цих регламентів і до них має бути забезпечено вільний доступ, як мінімум в режимі читання.

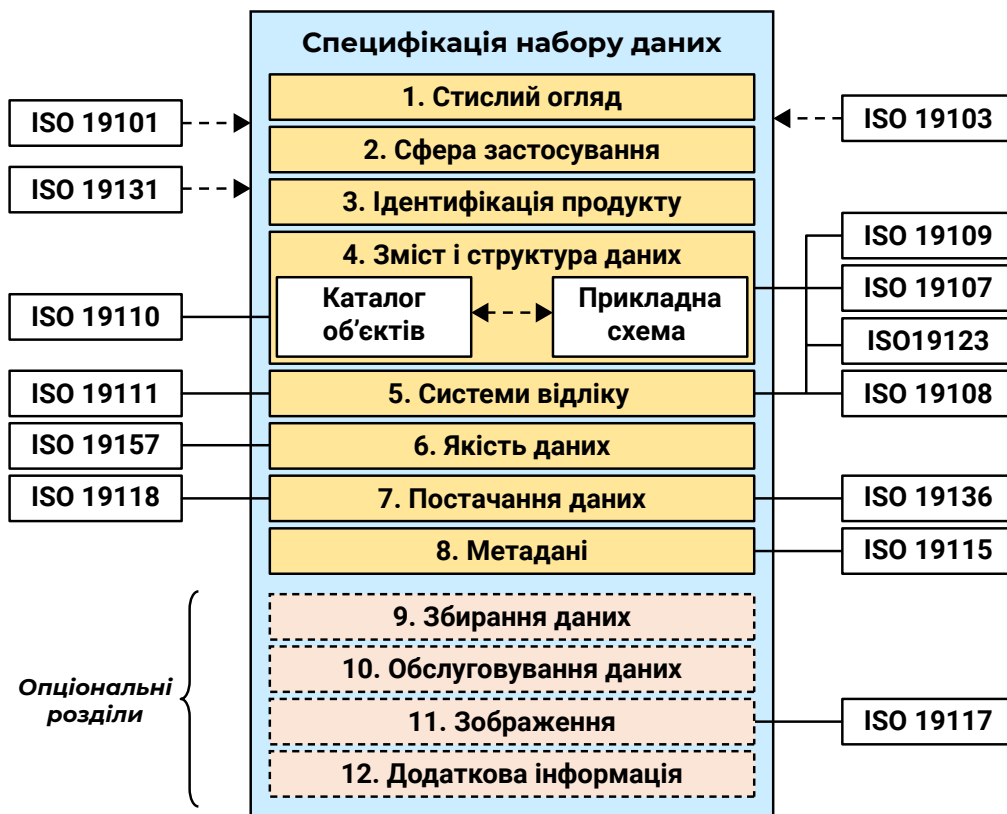


Рис. 3.4. Структура специфікації геоінформаційного продукту та зв'язки вимог до змісту її розділів з міжнародними стандартами серії ISO 19100

Для старту в ознайомленні із міжнародною практикою стандартизації в сфері географічної інформації можна рекомендувати навчальний посібник «Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації» [46], який є у вільному доступі за посиланням: https://library.knuba.edu.ua/books/15_1_21_3.pdf.

3.1.3. Вимоги до змісту розділів специфікацій

У розділі **«Стислий огляд»** специфікації подаються такі загальні відомості про специфікацію та власне про геопросторові дані:

- інформація про розроблення специфікації геопросторових даних;
- неформальний опис геопросторових даних;
- нормативні посилання;
- терміни і визначення, які можуть приймати форму посилання на словник термінів;
- позначення та скорочення.

В Технічних вимогах рекомендовано подавати загальну інформацію про специфікацію в уніфікованій формі.

Форма для подання загальної інформації про специфікацію

Назва	<i>Повна назва специфікації геопросторових даних</i>
Дата	<i>Дата розроблення специфікації та дати внесення змін</i>
Відповідальна сторона	<i>Сторона, відповідальна за розроблення специфікації геопросторових даних</i> Назва організації виробника / держателя даних Адреса Телефон Email Web-сторінка
Мова	<i>Мова написання специфікації</i>
Тематична категорія	<i>Тематична категорія даних відповідно до статті 5 та додатка до Закону України "Про національну інфраструктуру геопросторових даних" і перелік тем даних</i>

Неформальний опис геопросторових даних призначено для подання короткого вступу до специфікації геопросторових даних, який дозволяє користувачу сформулювати краще розуміння призначення набору геопросторових даних та його загальні характеристики за такими складовими:

- зміст набору геопросторових даних;
- екстент даних (просторовий і часовий);
- конкретна мета, для якої дані повинні бути або були зібрані;
- джерела даних та процеси отримання даних;
- підтримання та супроводження даних.

У розділі **«Сфера застосування геопросторових даних»** вказується загальна сфера застосування та можливо виокремленні в ній підобласті на основі одного або кількох критеріїв, наприклад: просторовим або часовим охопленням або часовими рядами, типами об'єктів, просторовим розрізненням чи місцем продукту в ієрархії продуктів. Такий розподіл може бути різним для різних частин змісту даних. Кожна така частина змісту даних повинна бути описана в розділі сфера застосування даних.

Наприклад, дані, що використовуються для підтримання навігації, часто містять два набори типів об'єктів: ті, що забезпечують навігаційну інформацію, яка змінюється динамічно та має важливе значення для безпеки судноплавства, а також ті, які забезпечують довідкову фонову інформацію. Технічне обслуговування та постачання інформації будуть розділені на основі цих угруповань, а інформація щодо системи відліку не буде розділятися.

Опис сфери застосування повинен включати також деякі ідентифікаційні елементи набору, відомості про ієрархічний рівень даних в сенсі територіального охоплення та узагальнення даних. Це код рівня, назва рівня та загальна характеристика даних для цього рівня.

Приклад неформального опису набору даних

Назва та акроніми геоінформаційного продукту

Назва: Набір геопросторових даних про території та об'єкти природно-заповідного фонду.

Акронім: НГД ПЗФ.

Неформальний опис набору даних

Території та об'єкти природно-заповідного фонду становлять ділянки суші і водного простору, природні комплекси та об'єкти яких мають особливу природоохоронну, наукову, естетичну, рекреаційну та іншу цінність і виділені з метою збереження природної різноманітності ландшафтів, генофонду тваринного і рослинного світу, підтримання загального екологічного балансу та забезпечення фонового моніторингу навколишнього природного середовища.

НГД ПЗФ сформовано на основі даних, зареєстрованих в системі Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду станом на 2022-01-07.

НГД ПЗФ містить межі територій та об'єктів ПЗФ і загальні ідентифікаційні відомості згідно із картками первинного обліку кадастрових відомостей щодо територій та об'єктів природно-заповідного фонду, що здійснюється адміністраціями природних заповідників, біосферних заповідників, національних природних парків, регіональних ландшафтних парків, ботанічних садів, дендрологічних парків, зоологічних парків загальнодержавного значення, а також підприємствами, установами та організаціями, у віданні яких перебувають інші території та об'єкти природно-заповідного фонду.

В НГД ПЗФ території та об'єкти ПЗФ подано один загальним типом геопросторових об'єктів ГО ПЗФ з такими основними характеристиками/атрибутами: ідентифікаційний код об'єкта; назва об'єкта; код КОАТУУ та назва області, на території якої розташований об'єкт; опис місцезнаходження об'єкта; відомості про документ-підставу щодо створення/оголошення територій та об'єктів ПЗФ; відомості про значення (загальнодержавне, місцеве) об'єкта; код та назва категорії об'єкта за класифікатором; площа об'єкта; відомості про установу/організацію/підприємство адміністрування об'єкта ПЗФ.

Дані постійно підтримуються та оновлюються в системі Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду. НГД ПЗФ як набір даних, що підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних, оновлюється один раз на рік.

Приклад змісту розділу «Сфера застосування» набору даних НГД ПЗФ

НГД ПЗФ містить відомості про території та об'єкти ПЗФ загальнодержавного та місцевого значення на усю територію України, що зареєстровані в системі Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду на дату оновлення НГД ПЗФ.

НГД ПЗФ призначений для використання в діяльності, пов'язаної з регулювання суспільних відносин щодо організації, охорони і використання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, відтворення їх природних комплексів, управління у цій галузі. НГД ПЗФ оприлюднюється у формі відкритих даних згідно із Законом України "Про доступ до публічної інформації" та постановою Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2015 р. № 835 Про затвердження Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних.

Розділ «Ідентифікація геоінформаційного продукту» подається у такій формі:

Назва	<i>Найменування (назва) набору геопросторових даних</i>
Альтернативна назва	<i>Коротка назва чи інша назва, за якою набір геопросторових даних може бути ідентифіковано</i>
Анотація	<i>Стислий огляд з викладом змісту геопросторових даних</i>
Категорія теми	<i>Основна тематика геопросторових даних</i>
Географічний опис	<i>Інформація про область просторового охоплення даних та час відповідності місцевості</i>
Мета	<i>Стисле викладення цілей, для яких створюється набір геопросторових даних та можливі сфери їх використання</i>
Тип просторового подання	<i>Форма просторового подання, наприклад: векторні дані, растрові дані, таблиці</i>
Просторове розрізнення	<i>Показник, який дає загальне уявлення про просторову точність геопросторових даних, наприклад, масштаб</i>
Додаткова інформація	<i>Інша описова інформація про геопросторові дані, наприклад, джерела даних та процеси їх отримання</i>

Приклад розділу «Ідентифікація геоінформаційного продукту» для НГД ПЗФ

Назва	Території та об'єкти природно-заповідного фонду
Альтернативна назва	<i>Ідентифікаційний номер набору даних: terr_05</i> <i>Коротка назва: НГД ПЗФ</i> <i>Код НГД: PS01</i>
Анотація	НГД ПЗФ містить межі та загальні ідентифікаційні відомості про території та об'єкти ПЗФ загальнодержавного та місцевого значення, що зареєстровані в системі Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду на дату оновлення НГД ПЗФ.
Категорія теми	Природоохоронні території та об'єкти
Географічний опис	Території та об'єкти ПЗФ для території України. Час відповідності місцевості: 2022-01-07
Мета	НГД ПЗФ створений в системі Державного кадастру територій та об'єктів природно-заповідного фонду для використання в діяльності, пов'язаної з регулювання суспільних відносин щодо організації, охорони і використання територій та об'єктів природно-заповідного фонду, відтворення їх природних комплексів, управління у цій галузі
Тип просторового подання	Векторні дані меж територій та об'єктів природно-заповідного фонду
Просторове розрізнення	Неоднорідне, від масштабу 1:100 000 для проєктних меж до 1:2 000 для меж з координатами винесеними в натуру.
Додаткова інформація	Основні джерела даних: картки первинного обліку територій та об'єктів ПЗФ, документація із землеустрою територій та об'єктів ПЗФ.

Розділ «**Зміст і структура даних**» є основним у специфікації та містить опис прикладної схеми даних з використанням нотацій мови UML та опис каталогу об'єктів. Ці складові змісту є найбільш трудомісткими і вимагають залучення досвідчених експертів як із знаннями предметної сфери, так і з практичними навичками застосування сучасних програмних засобів моделювання даних з використанням методології UML.

Докладний зміст цих розділів та методика їх розроблення розглядається в п 3.2 та розділі 4 цього посібника. Зауважимо лише, що розроблення прикладної схеми повинно відповідати національним стандартам ДСТУ 8774:2018 "Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних" та ДСТУ ISO 19109:2017 "Географічна інформація. Правила для прикладної схеми".

Прикладна схема та каталог об'єктів для великих наборів, в сенсі кількості типів об'єктів, можуть розроблятися безпосередньо в складі специфікації або як окремі документи та долучатися до специфікації за допомогою посилань на ці документи у розділі «Зміст та структура даних». Це стосується також XML-файлів з формалізованим описом прикладної схеми та каталогу об'єктів. В доступній формі додаткову інформацію про формальну граматику мови XML просто отримати в Інтернеті, зокрема у Вікіпедії українською мовою.

Каталог об'єктів (див. п. 3.2) забезпечує опис семантики усіх типів об'єктів, разом з їх атрибутами і доменами значень атрибутів, типами асоціацій між типами об'єктів і операціями над об'єктами. Всі типи об'єктів та усі їх властивості, що визначені в прикладній схемі, повинні бути описані в каталозі об'єктів.

У розділі **«Система відліку»** визначається, які системи відліку використовуються для геоінформаційного продукту. Вони повинні включати:

- просторову систему відліку;
- часову систему відліку.

Просторова система відліку може бути або референчною системою координат, як визначено в стандарті в ISO 19111 Географічна інформація. Просторова прив'язка за координатами, або системою опосередкованої просторової прив'язки з використанням географічних ідентифікаторів, наприклад, ідентифікаторів із офіційних реєстрів географічних назв, адрес, об'єктів адміністративно-територіального устрою країни тощо.

Зауважимо, що метод опосередкованого геокодування є корисним з точки зору забезпечення узгодженості геометричних моделей об'єктів із різних наборів тематичних даних та уникнення колізій, пов'язаних з дублюванням даних та їх актуалізацією. Але передбачається, що існують доступні в інфраструктурі загальні реєстри відповідних об'єктів або набори базових геопросторових даних, в яких місцезположення об'єктів визначено прямим методом геокодування, а кожний об'єкт має унікальний ідентифікатор для забезпечення посилання на нього в інших наборах даних.

Для референцних систем координат повинні вказуватися їх ідентифікатори за міжнародним репозитарієм референцних систем координат або національним аналогом для місцевих систем координат.

Як основна для наборів геопросторових даних НІГД використовується Державна геодезичну референцну систему координат УСК-2000 та Балтійська систем висот 1977 року. Коди ідентифікації УСК-2000 необхідно вказувати згідно із реєстром бази даних міжнародного репозитарію параметрів референцних систем координат EPSG <https://epsg.org> (табл. 3.1).

Фрагмент переліку ідентифікаційних даних Державної геодезичної референцної системи координат УСК-2000 в міжнародному репозитарію EPSG



ІМ'Я В РЕПОЗИТАРІЇ	КОД	ТИП СИСТЕМИ	ОХОПЛЕННЯ
UCS-2000	5558	geodeticGeocentric	Ukraine
UCS-2000	5560	geodeticGeographic 3D	Ukraine
UCS-2000	5561	geodeticGeographic 2D	Ukraine
UCS-2000/Gauss-Kruger zone 4	5562	projected	Ukraine - west of 24°E
UCS-2000/Gauss-Kruger zone 5	5563	projected	Ukraine - 24°E to 30°E

Параметри системи координат УСК-2000 зареєстровані в репозитарії EPSG з іменем UCS-2000 та кодами: 5558 як геоцентрична система координат; 5560 – геодезична 3D; 5561 – геодезична 2D. Також зареєстровані відповідні імена, коди та параметри шестиградусних і трьохградусних зон проекції Гауса-Крюгера, наприклад: UCS-2000 / Gauss-Kruger zone 4 з кодом 5562 для четвертої шестиградусної зони.

Параметри УСК-2000 описані та зареєстровані в репозитарію згідно із ISO 19111:2003. Це забезпечило включення УСК-2000 в перелік референцних систем координат, перетворення координат поміж якими забезпечується вбудованими засобами більшості інструментальних ГІС.

У розділі **«Якість даних»** специфікації визначаються вимоги до якості даних згідно із положеннями міжнародного стандарту ISO 19157:2013 [39].

Вимоги до якості формулюються для певної області/підобласті визначення якості. Такими областями/підобластями можуть бути набір даних в цілому, дані одного типу об'єктів, просторові властивості (геометрія) типу або дані навіть атрибута одного типу. Практично до кожного структурного елементу моделі даних, що визначені в прикладній схемі та каталозі об'єктів специфікації, потрібно описати вимоги до якості. Для цього використовуються визначені в стандарті якості елементи якості. До елементів якості геопросторових даних належать: повнота даних, логічна узгодженість, позиційна точність, тематична точність, часова точність, зручність використання або застосовність. Кожний елемент якості описується мірами якості, методами оцінювання та результатами.

Можна сказати, що розділ «Якість даних» містить вимоги до якості усіх структурних елементів набору даних на множині прийнятних для них елементів якості. Сукупність цих вимог складають вхідну модель якості, яка використовується для оцінювання внутрішньої якості набору даних в сенсі ступеню відповідності даних вимогам, що визначені у специфікації. Якість геопросторових даних досить об'ємна та важлива тема, вона докладно розглядається в п. 3.3 цього розділу.

У розділі **«Постачання даних»** приводяться відомості щодо формату постачання даних, зокрема: назва формату даних; версія формату даних; назва специфікації формату даних; структура файлу постачання; мова, що використовується в межах набору даних; повна назва стандарту кодування символів, що використовується в наборі даних. А також інформація про носій постачання: опис елементів одиниць постачання; орієнтовний розмір елементу одиниці у визначеному форматі; назва носія постачання даних; інша доречна інформація щодо постачання.

Зауважимо, що в регламенті «Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів» [7] визначено перелік базових форматів обміну векторними даними в НІГД, які відкриті та нейтральні до ГІС-платформ, а саме:

- формати, засновані на використанні мови географічної розмітки GML відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19136:2017;
- формати, засновані на використанні GeoJSON і TopoJSON, що розширюють загальновідому об'єктну нотацію JSON (JavaScript Object Notation) для подання просторових властивостей об'єктів та їх атрибутів.

Також можна рекомендувати сучасний бінарний формат FlatGeobuf, який прийнятий до розгляду як стандарт OGC для обміну векторними даними. За своєю концепцією він схожий на відомий формат shp-файлів, але не має обмежень та недоліків притаманних цим файлам.

В розділі **«Метадані»** специфікації обов'язково описуються всі основні елементи метаданих як це визначено у стандарті ISO 19115-1:2014 Метадані [37] та у профілі метаданих НІГД згідно із «Технічними вимогами до метаданих для наборів геопросторових даних і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» [7].

За необхідності описуються додаткові елементи метаданих для набору геопросторових даних із пакетів метаданих згідно із стандартом ISO 19115-1:2014. Формат і кодування метаданих з урахуванням вимог міжнародного стандарту ISO/TS 19115-3:2016. Метадані. Частина 3 - XML схема реалізації для основних концепцій [38].

Метадані є важливою складовою НІГД, вони докладно розглядаються в розділі 5 цього посібника.

В опціональних розділах специфікації за потреби подається інформація про джерела даних (розділ **«Збирання даних»**), про особливості підтримання даних (розділ **«Обслуговування даних»**), зокрема це відомості про часові параметри оновлення даних.

Необхідність включення цих розділів у специфікацію залежить від обсягів відповідних відомостей. При невеликих обсягах відомості подаються у загальних розділах специфікації, зокрема з використанням посилань на зовнішні джерела (документи), що містять докладну інформацію стосовно відповідних характеристик набору. Наприклад, це можуть бути технічні вказівки, інструкції щодо збирання та ведення даних певних реєстрів чи кадастрових систем.

Важливо, щоб документи, на які посилаються у специфікації надавалися у сталому відкритому доступі в Інтернеті.

Опціональним також є розділ «**Зображення**», в якому надається:

- інформацію про подання даних набору геопросторових даних у картографічному виді або у виді інших геозображень;
- посилання на набір правил створення зображення та набір специфікацій для зображень;
- каталог умовних позначень, вміст якого визначається відповідно до ДСТУ ISO 19117:2017 Географічна інформація. Зображення.

Знову ж таки зміст цього розділу може бути викладено у формі посилань на відповідні зовнішні документи, що містять докладний опис відомостей щодо формування картографічних зображень, що рекомендуються як типові держателем набору геопросторових даних.

3.1.4. Досвід розроблення та використання специфікацій даних INSPIRE

Розглянемо передусім аргументи щодо доцільності використовувати досвід INSPIRE. Поміж інших зауважимо про такі:

- 1) загальновизнано, що INSPIRE найкраще задокументована інфраструктура;

- 2) усі 34 теми даних INSPIRE забезпечено докладними специфікаціями, які доступні для безкоштовного завантаження і використання;

- 3) загальна концептуальна модель та система елементів забезпечення інтероперабельності геопросторових даних інфраструктури ґрунтуються на використанні сучасних міжнародних стандартів серії ISO 19100, Відкритого геопросторового консорціуму OGC, найкращих практик, сучасних і перспективних технологій;

- 4) до розроблення методології та системи елементів інтероперабельності були залучені експерти практично із усіх країн-членів ЄС та академічної спільноти;

- 5) ефективність розроблених методології та специфікацій даних підтверджено практикою створення інтероперабельних геопросторових даних і реальним їх використанням в INSPIRE та в інфраструктурах національного і регіонального рівнів;

- 6) гармонізація наборів геопросторових даних НІГД України з даними INSPIRE відповідає сучасній державній політиці щодо набуття членства в Європейському Союзі;

- 7) базові технічні регламенти України з розвитку НІГД гармонізовані з відповідними документами INSPIRE та міжнародними стандартами.

Незважаючи на те, що набори тематичних геопросторових даних призначені для використання на загальноєвропейському рівні, специфікації даних для деяких тем містять деталізацію об'єктів, що властива регіональному і навіть локальному рівню інфраструктури. Це стосується специфікацій за темами будівлі, земельні ділянки, транспортні мережі, мережі інженерної інфраструктури, земельний покрив, використання земель тощо.

Варто звернути увагу і на проблеми, які мали місце в процесі формування наборів геопросторових даних INSPIRE. Передусім це стосується проблеми просторової і топологічної узгодженості геометричних моделей об'єктів різних тем, оскільки набори даних для кожної теми в країнах-учасницях готувалися різними відомствами і не була відпрацьована єдина технологія координатно-топологічного узгодження об'єктів із різних наборів тематичних даних. Роботи по створенню першої версії наборів були на 70-90% завершені в 2016 році. А потім аж до 2020 року продовжувалося міжтематичне узгодження просторових моделей об'єктів.

Для забезпечення методологічного базису розроблення специфікацій в проєкті INSPIRE розроблено комплекс практичних настанов з імплементації вибраних окремих положень стандартів комплексу ISO 19100 в проєктах специфікацій просторових даних INSPIRE. Разом з цим, в настанові INSPIRE: D2.5 наголошується: *"Оскільки концептуальна основа моделювання INSPIRE базується на міжнародних стандартах комплексу ISO 19100, глибокі знання цього комплексу потрібні в кожній команді, яка розробляє специфікації даних INSPIRE"*.

На рис. 3.5. зображено основні складові інформаційних ресурсів і технічних документів INSPIRE з їх узагальненими зв'язками (ролями).

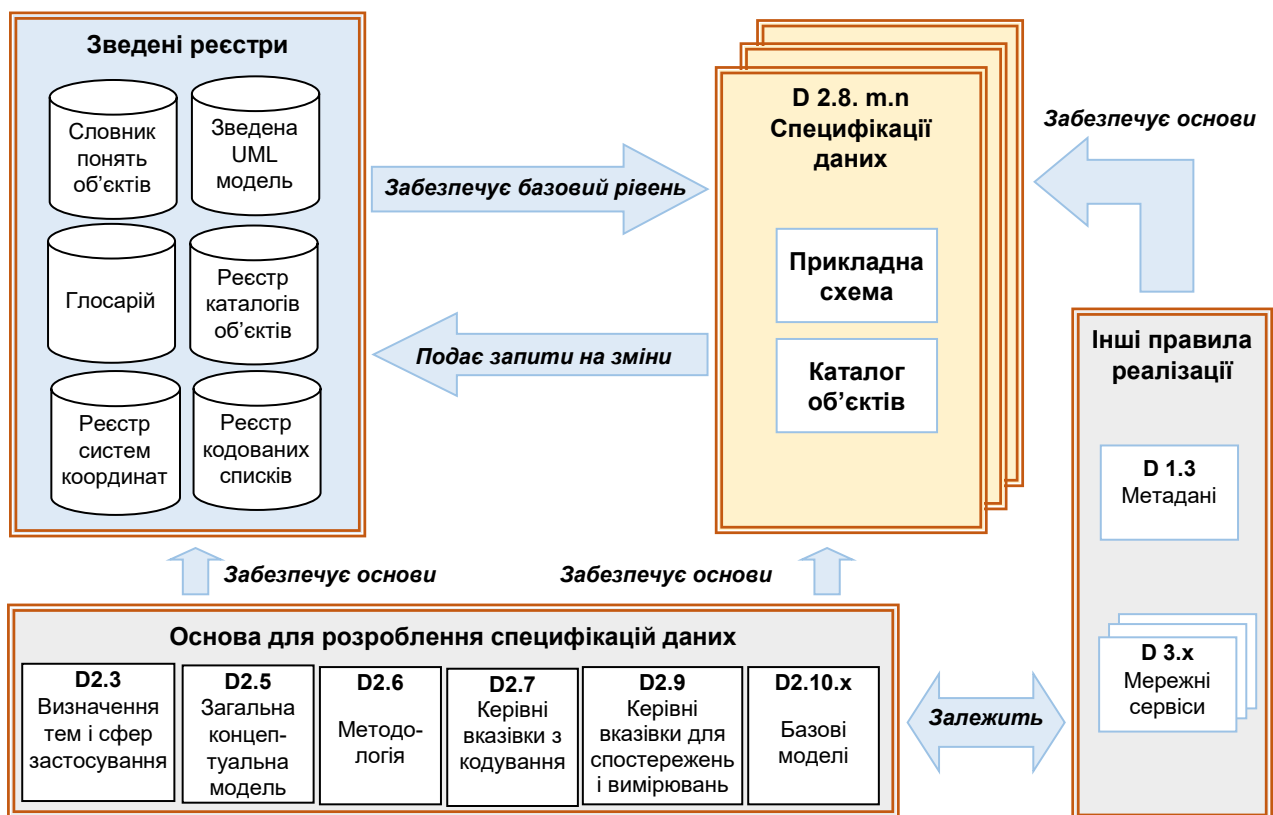


Рис. 3.5. Загальна схема методичного та інформаційного забезпечення розроблення специфікацій даних INSPIRE (джерело: INSPIRE: D2.5)

Набір керівних вказівок об'єднано в групу "Основа для розроблення специфікацій даних, яка включає такі документи:

- **D2.3:** Визначення тем додатків і сфери застосування (*Definition of Annex Themes and Scope*) містить докладний опис тем просторових даних, визначених в додатках I, II та III Директиви, і, таким чином, забезпечує чітку відправну точку для тематичних аспектів розробки специфікацій даних.

- **D2.5:** Загальна концептуальна модель (*Generic Conceptual Mode*) на основі ISO 19109 визначає елементи, необхідні для забезпечення інтегруєбельності та гармонізації даних, включаючи питання взаємозв'язків між темами. Містить вимоги і рекомендації щодо специфікації елементів даних загального користування таких як: просторова і часова схема, унікальний ідентифікатор об'єкта, просторова прив'язка об'єкта, деякі списки загальних кодів тощо.

- **D2.6:** Методологія розроблення специфікацій даних (*Methodology for the development of data specifications*) описує послідовність етапів переходу від вимог користувача до специфікації даних, включаючи розроблення сценаріїв використання, розроблення початкової специфікації і аналіз аналогів та упущень для подальшого уточнення специфікації.

- **D2.7:** Керівні вказівки для кодування просторових даних (*Guidelines for the encoding of spatial data*) на основі ISO 19118 визначає правила кодування географічної інформації для забезпечення обміну даними між системами постачальників даних в INSPIRE. Навіть якщо не визначається обов'язкове правило кодування, D2.7 встановлює GML (ISO 19136) як кодування за замовчуванням для INSPIRE.

На схемі також показано базу даних основних зведених реєстрів як основи та результатів розроблення специфікацій, а саме: словник понять об'єктів, глосарій, реєстр систем координат і картографічних проєкцій, зведена база даних UML моделей прикладних схем, реєстр каталогів об'єктів та реєстр кодованих списків – класифікаторів для значень атрибутів, домени яких визначено як переліки із класифікаторів.

В умовах України створення подібної системи підтримки розроблення специфікацій та їх супроводження в процесі розвитку НІГД є важливим завданням Держгеокадастру та Адміністратора національного геопорталу.

Для усіх команд розробників специфікацій наборів тематичних даних НІГД можна рекомендувати ознайомитися з керівними вказівками та відповідними специфікаціями даних INSPIRE, які є у вільному доступі на сайті Європейської інфраструктури.

Дуже важливий досвід організації тематичних робочих груп експертів з розроблення специфікацій, результатом роботи яких стали узгоджені специфікації для усіх наборів тематичних даних. В Україні створена робоча група для вирішення питань у сфері НІГД з представників практично усіх галузей, представників зацікавлених підприємств-виробників даних та академічної спільноти. Доцільно сформувати робочі підгрупи експертів за темами наборів даних, що визначені у профільному Законі України та в Порядку функціонування НІГД, які практично співпадають з темами INSPIRE. Найперше завдання тематичних підгруп – координація роботи з розроблення узгоджених специфікацій для наборів тематичних даних у кожній прикладній сфері.

В більшості країн ЄС підтверджена ефективність запровадження модельно-керованого підходу в досягненні інтероперабельності на основі використання сучасних систем автоматизації розроблення прикладних схем наборів геопросторових даних та їх використання в автоматизованих системах керування корпоративними інформаційними системами.

Прикладні схеми та каталоги об'єктів специфікацій наборів геопросторових даних використовуються і для автоматизації процесів перетворення і об'єднання даних НІГД в прикладних ГІС (рис. 3.6).

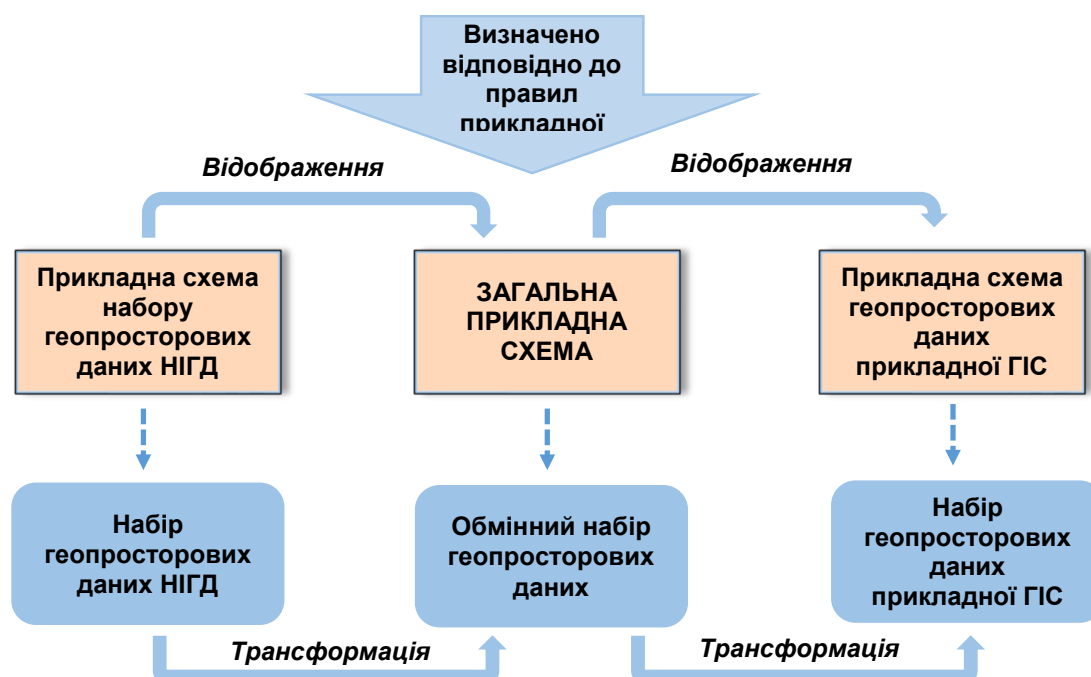


Рис. 3.6. Використання прикладних схем наборів даних в засобах автоматизації обміну та інтегрування даних за методологією ДСТУ ISO 19118:2017 Географічна інформація. Кодування

Як це працює? Прикладні схеми набору даних НІГД та набору даних прикладної ГІС користувача у формалізованому виді використовуються в системі обміну даними для встановлення відповідності між прикладною схемою даних ГІС та прикладною схемою набору даних НІГД. Результатом встановлення такої відповідності є загальна прикладна схема, яка і використовується засобами автоматизації для перетворення даних набору даних НІГД в структуру даних прикладної ГІС. Одноразове налаштування відповідності двох прикладних схем за участі адміністратора даних в подальшому підтримує інформаційну взаємодію двох систем в автоматичному режимі.

3.1.5. Етапи розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних НІГД

В цьому розділі обговорюється послідовність етапів розроблення не виробничої, а цільової специфікації в процесі створення інтероперабельного набору геопросторових даних для НІГД (рис.3.7).

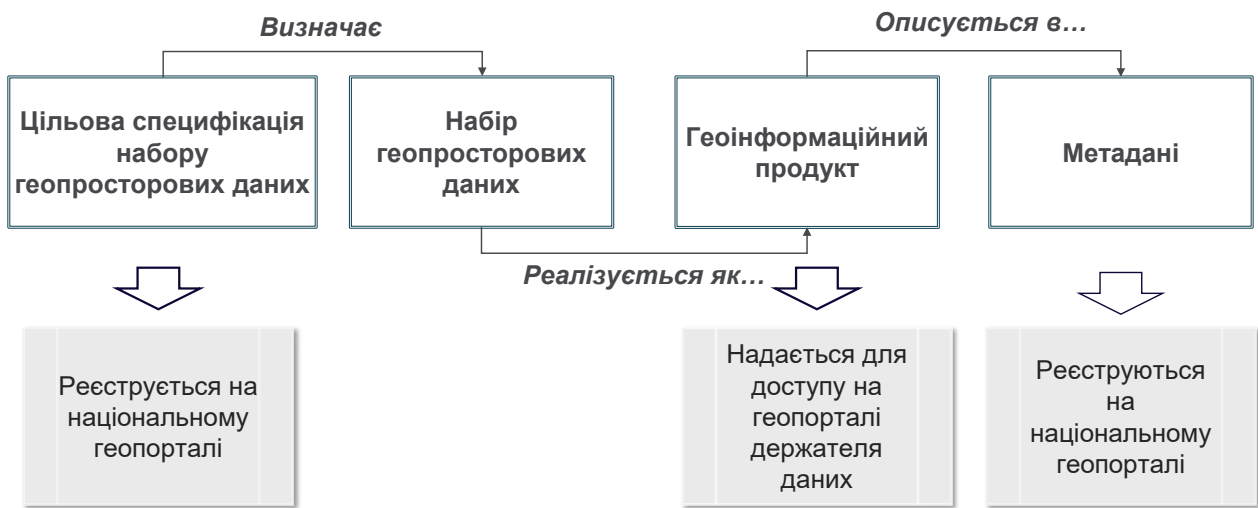


Рис. 3.7. Загальна схема використання специфікації в процесі створення інтероперабельного набору геопросторових даних для НІГД.

Специфікація набору геопросторових даних та метадані про набір даних як геоінформаційний продукт реєструються на національному порталі, а набір даних надається для доступу на геопорталі держателя даних або на національному геопорталі.

Зміст перших трьох етапів розроблення цільової специфікації для набору даних НІГД (рис. 3.8) не потребує додаткових коментарів, оскільки вони є загальними і традиційними для розроблення будь-якої інформаційної системи.



Рис. 3.9. Основні етапи розроблення специфікацій для наборів геопросторових даних НІГД

За результатами інвентаризації наявних даних і технологій їх ведення, виконується етап аналізу ситуації та оцінюється стан наявних даних (повнота, достовірність, технології та середовища їх ведення, періодичність оновлення, забезпеченість даних технічною документацією

з описом структури, класифікаторів, готовність даних до постачання зовнішнім користувачам, доступність до інформації в інтернеті тощо).

Таким чином, можна оцінити комплектність та рівень готовності даних до їх публікації як набору тематичних геопросторових даних на геопорталі держателя даних або на національному геопорталі. Все це і вкладається в термін аналізу ситуації «так як воно є» («as it is»). Потреби та вимоги до даних визначаються із передбачуваної або визначеної замовником сфери застосування і навіть окремої прикладної задачі. Саме це, призначення або сфера застосування, і мають вказуватися у ідентифікаційних розділах специфікації. А набір даних містить типи об'єктів з атрибутами, які мають істотне значення для певної предметної сфери, а інформація про них підлягає збереженню, аналізу та використанню в прикладних інформаційних системах держателя даних. Кожний держатель даних, передусім, має забезпечити реєстрацію та постачання даних, продукування яких входить в сферу його діяльності, обов'язків і відповідальності.

Четвертий етап – це аналіз відповідних специфікацій INSPIRE. Він доцільний як з методичної точки зору (як це зроблено у ЄС), так із прагматичної, в контексті використання готових базових схем та можливого досягнення певного рівня гармонізації вітчизняних моделей даних з моделями даних INSPIRE.

Важливим та специфічним етапом у цій схемі є етап «Тестування прикладної схеми і каталогу на еталонному наборі даних. Основний сенс цього етапу полягає в реалізації невеликого за обсягами еталонного набору даних з дотриманням вимог до структури і складу прикладної схеми та каталогу об'єктів, що дає змогу на реальних даних протестувати несуперечність правил, визначених у цих найважливіших складових специфікації.

Наголосимо ще раз на згаданих вище організаційних аспектах процесу розроблення специфікацій наборів геопросторових даних в умовах України, а саме:

- створення тематичних робочих підгруп експертів для координації робіт з розроблення узгоджених специфікацій за темами наборів тематичних геопросторових даних, що визначені в Законі України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних»;
- реалізація в складі національного геопорталу інформаційних ресурсів як системи забезпечення розроблення специфікацій та реєстрації компонентів розроблених специфікацій за зразком аналогічної системи в інфраструктурі INSPIRE (рис. 3.5).

3.2. Методика розроблення каталогу об'єктів наборів геопросторових даних

3.2.1. Призначення каталогу геопросторових об'єктів

Каталог об'єктів та прикладна схема належать до основного розділу специфікації, в якому описується структура та зміст набору даних.

В каталозі об'єктів специфікації приводиться не перелік усіх об'єктів набору даних, про що можна подумати, виходячи з терміну «каталог», а визначаються та описуються типи об'єктів набору даних та їх властивості. Такі каталоги забезпечує загальне визначення та відомості про типи об'єктів, які корисні для обміну та використання геопросторовими даними в інформаційних системах.

Розглянемо зміст кількох важливих термінів щодо каталогу об'єктів.

- **Каталог об'єктів** – каталог, що містить визначення і описи типів об'єктів, атрибутів об'єктів і відношень об'єктів, які подаються в одному або кількох наборах географічних даних, разом з будь-якими із операцій об'єктів, які можуть бути застосовані до них.
- **Об'єкт** (*feature*) –
 - 1) абстракція об'єкта/явища реального світу;
 - 2) реальний або уявний об'єкт, який має істотне значення для певної предметної сфери, інформація про який підлягає збереженню.Термін може вживатися у двох контекстах: як **тип об'єкта** – модель даних для відображення множини об'єктів, що описуються однаковим набором атрибутів; або як **екземпляр об'єкта** – представник типу з конкретними значеннями атрибутів.
- **Атрибут об'єкта** – характеристика (властивість) об'єкта, яка є істотною для певної предметної сфери та призначена для ідентифікації, класифікації, реєстрації кількісної характеристики або відображення стану об'єкта.
- **Відношення об'єкта або асоціація об'єкта** – відношення, яке пов'язує екземпляри одного типу об'єкта з екземплярами одного і того ж або іншого типу об'єкта.

Зверніть увагу на визначення терміну «**об'єкт**» та два контексти його вживання.

Перше визначення об'єкта, як *абстракції об'єкта або явища реального світу*, стосується саме контексту терміну «об'єкт» як «*тип об'єкта*» – модель даних для відображення множини об'єктів,

що описуються однаковим набором атрибутів. З точки зору методології каталогізації об'єктів зробимо уточнення у визначенні цього контексту, а саме «тип об'єкта – це модель даних для об'єктів, що описуються однаковим набором властивостей», а властивості включають:

- тематичні властивості або атрибути об'єкта;
- просторові властивості або геометрію об'єкта в сенсі форми та координат місцяположення;
- відношення (зв'язки) об'єкта з іншими об'єктами;
- обмеження, які визначаються для усіх властивостей моделі в контексті прикладної задачі;
- операції або функції об'єкта.

Саме останні є головними ознаками об'єктів при визначенні (виокремленні) типу об'єкта. Наприклад, виокремлення типу «**Мостові споруди**» визначається основною функцією об'єктів цього типу «забезпечити переїзд або перехід через западину, водні або штучні перешкоди».

Інше визначення терміну об'єкт – *реальний або уявний об'єкт, який має істотне значення для певної предметної сфери, інформація про який підлягає збереженню*. Більше стосується контексту об'єкта як екземпляру об'єкта – представника типу з конкретними значеннями його властивостей, тобто конкретними значеннями тематичних атрибутів, конкретними координатами місцеположення та конкретними зв'язками екземпляра з екземплярами об'єктів інших типів.

Це уточнення контексту терміну «об'єкт» потрібне для кращого розуміння методології каталогізації об'єктів у специфікаціях наборів геопросторових даних. Каталог об'єктів та прикладна схема розробляються як складові розділу специфікації набору геопросторових даних «Зміст та структура даних». Розроблення цих складових специфікації має таке цільове призначення (рис. 3.9):

- 1) надати комп'ютеризований опис даних, що визначає їх структуру та дозволяє застосовувати механізми автоматизованого перетворення і керування даними;
- 2) створити умови для однакового та правильного розуміння конкретних даних на основі несуперечної інформації про їх структуру та зміст, зафіксованої в специфікації в текстовій та графічних формах, доступних для сприйняття людиною.

На рис. 3.9 вказано зв'язок повної взаємовідності між каталогом об'єктів та прикладною схемою. Мається на увазі, що усі типи об'єктів та їх властивості повинні найти своє відображення в UML моделі прикладної схеми і навпаки – все що включено в модель прикладної схеми має бути описано як сутності каталогу (типи об'єктів та їх властивості).

Наразі, на практиці часто виникає дилема «курки і яйця», що розробляється раніше каталог чи прикладна схема. З досвіду моделювання даних – спочатку розробляється каталог, як текстова форма викладу структури та змісту даних, а потім виготовляється UML діаграми прикладної схеми, як наглядна компактна форма подання структури і змісту даних та автоматизованого формування XML опису моделі даних.

Зауважимо, що стандартний спосіб організації інформації каталогу об'єктів автоматично не призводить до гармонізації або сумісності між застосунками.

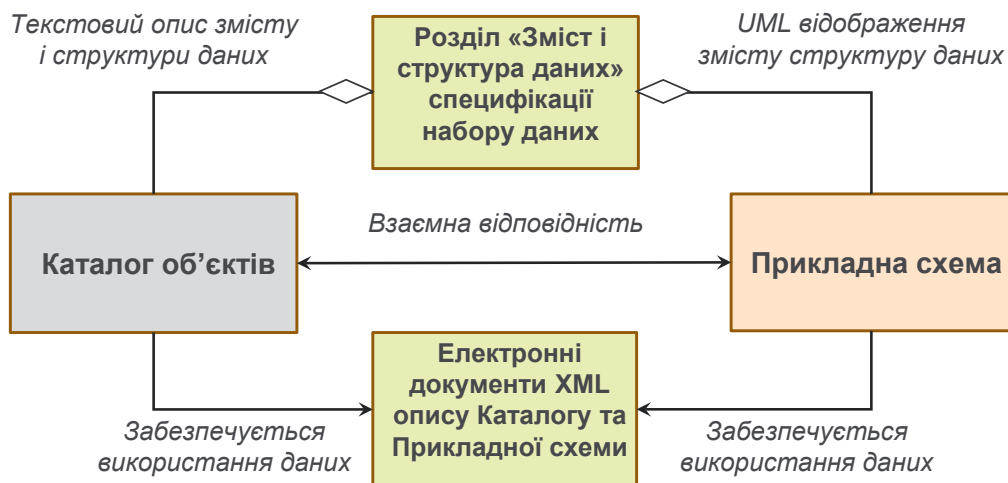


Рис. 3.9. Схема щодо призначення каталогу об'єктів

У тих випадках, коли класифікації об'єктів відрізняються, цей розділ специфікації можна використати принаймні для з'ясування відмінностей і тим самим уникнути помилок, які можуть бути допущені в результаті ігнорування відмінностей. Він також може бути використаний як стандартна структура, в рамках якої гармонізуються існуючі каталоги об'єктів, які стосуються предметних сфер, що перекриваються.

3.2.2. Нормативне забезпечення розроблення каталогів

Нормативне забезпечення розроблення каталогів складають такі документи:

- Технічні вимоги та методи забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів; і Технічні вимоги до специфікацій геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних [7];
- ДСТУ ISO 19110:2017 (ISO 19110:2016, IDT) Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів;
- ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних;
- ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007; Mad 1:2011, IDT) Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту.
- Міжнародний стандарт ISO 19110 «Методологія каталогізації об'єктів» прийнятий як національний ідентичний, тобто у варіанті англomовного тексту. Але його базові положення включено в національний профіль ДСТУ 8774:2018, що робить доступними основні положення методології каталогізації об'єктів у викладі українською мовою.

3.2.3. Структура та загальні вимоги до каталогу

Уніфікована структура каталогів та правила їх розроблення визначені в міжнародному стандарті ISO 19110. В принциповій схемі каталогу (рис. 3.10) визначено основні його сутності та зв'язками між ними, а саме:

- каталог об'єктів містить опис одного або більше типів об'єктів;
- для кожного типу об'єктів визначається та описується один або більше атрибутів;
- для кожного атрибута визначається домен його значень;
- для кожного типу об'єктів можуть бути визначені асоціації (зв'язки) між об'єктами (на діаграмі цю необов'язковість асоціацій для об'єктів позначено кратністю зв'язку між сутностями «об'єкт - асоціація» <0...*> нуль або більше.

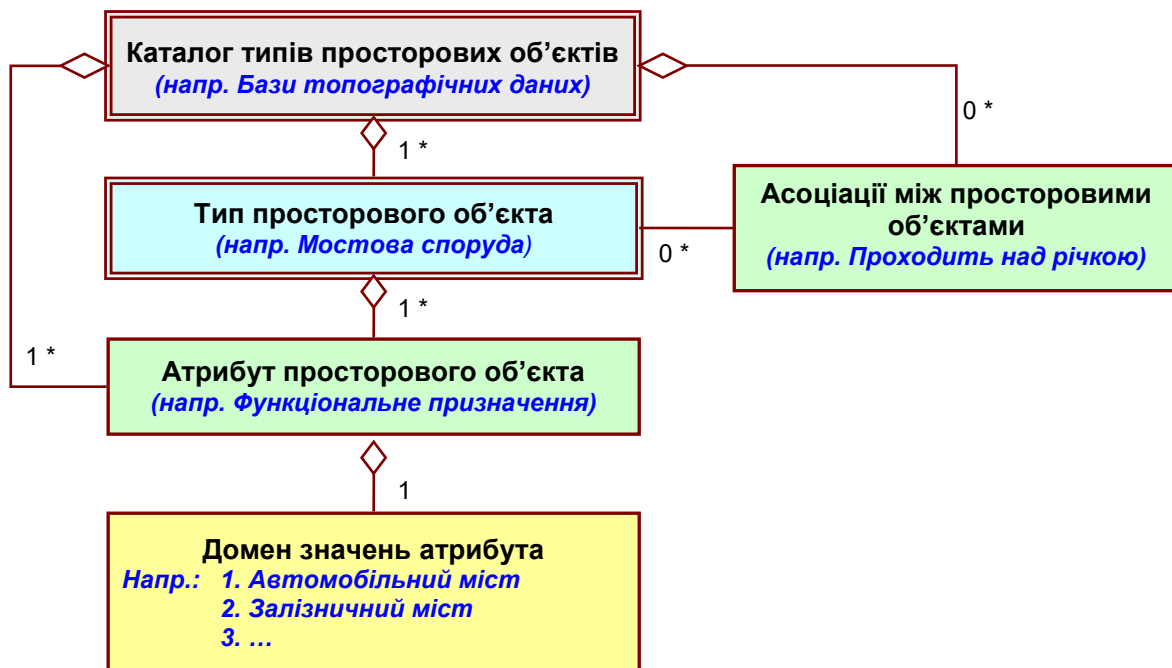


Рис. 3.10. Принципова схема каталогу об'єктів місцевості за ISO 19110

Для кращого розуміння змісту цих базових сутностей каталогу на UML діаграмі подано приклад їх стислого визначення для типу «**Мостова споруда**».

На діаграмі (рис. 3.10) не відображено ще дві сутності, що можуть бути визначені в каталозі – обмеження та операції. Обмеження можуть бути визначені для типу об'єкта, атрибута об'єкта або асоціації об'єкта. Операції можуть бути визначені лише для типу об'єкта. Зміст цих обох сутностей обговорюється далі.

Зауважимо, що в структурі каталогу не виділено як окрему сутність «просторові властивості об'єкта». Справа в тому, що просторові властивості геопросторового об'єкта розглядаються як один із атрибутів об'єкта. Він описується спеціальним типом даних *Geometry*, який має підтипи в залежності від геометричних елементів, що використовуються для подання форми і координат місцеположення об'єкта. В сучасних ГІС та базах геопросторових даних це точка, лінія, полігон, мультиточка, мультилінія, мультиполігон, складений геометричний елемент тощо. Відповідними типами/підтипами даних натеper розширені базові типи даних в СКБД та відповідно в просторових розширеннях основної мови роботи з даних SQL (докладніше див. п.2.2). Геометричний тип даних, бази геопросторових даних, просторовий SQL – натеper не якась теоретична концепція, а уже понад 20-річна практика геоінформаційної індустрії.

На опис просторового об'єкта в каталозі не накладаються обмеження щодо способу його просторового подання та визначення конкретного типу просторової локалізації, а дані про способи картографічного відображення об'єктів в каталог не включаються.

В каталозі визначаються лише типи просторових об'єктів і типи атрибутів, що підлягають опису в складі одного або кількох прикладних наборів даних, не торкаючись їхньої тематичної класифікації або тематичного об'єднання в групи, наприклад, з метою їх картографічного відображення.

Базовим рівнем класифікації об'єктів в каталозі є тип об'єкта, що виокремлюється за основною його функцією, а всі інші характеристики та можливі класифікації описуються на рівні атрибутів, включно з просторовими властивостями об'єктів. Це одна із загальних вимог до Каталогу об'єктів.

В міжнародному ISO 19110 визначено такі загальні вимоги до каталогу:

- каталог об'єктів повинен документувати абстракції реального світу, що представляють один або кілька географічних об'єктів;
- тип об'єкта повинен бути базовим рівнем абстрагування в каталозі об'єктів;
- каталог об'єктів повинен бути доступним в електронній формі;
- каталог об'єктів повинен успадковувати усі властивості та відношення від абстрактного класу **CT_Catalogue**, що визначені в 7.4.4 ДСТУ ISO/TS 19139 для ідентифікації метаданих про каталог;
- каталог об'єктів повинен містити ідентифікаційну інформацію, що включає найменування *'name'*, номер версії *'versionNumber'* і дату версії *'versionDate'*;
- сутність каталогу об'єктів повинна містити обов'язкову властивість *'produce'* ('виробник') рівно з одним значенням, яке відповідає змісту сутності **CI_Responsibility**, що визначається в п. 6.6.2 ISO 19115-1.
- якщо функціональна мова використовується для формального визначення операцій об'єкта, сутність каталогу об'єктів повинна містити властивість *'functional language'* з текстовим значенням, яке визначає мову, що використовується;
- якщо глобальний унікальний ідентифікатор включений як властивість каталогу об'єктів, то він повинен бути названий *'identifier'* ('ідентифікатор') і повинен мати значення, яке відповідає змісту сутності **MD_Identifier**, як визначено в п. 6.6.2 ISO 19115-1.

Ці вимоги стосуються визначення каталогу як окремого інформаційного ресурсу із своїми характеристиками та метаданими. В Порядку функціонування НІГД [5] визначено, що каталоги об'єктів підлягають реєстрації та зберіганню у складі інформаційних ресурсів національного геоportалу.

Для каталогів у стандарті ДСТУ ISO/TS 19139 визначено набір метаданих у формі абстрактного класу **CT_Catalogue**, який має такі властивості для ідентифікації каталогів: найменування; унікальний ідентифікатор каталогу за правилами UID; код набору даних; номер та дата версії каталогу; назва функціональної мови, що використовуються для описання операцій типів об'єктів у каталозі; та відомості про виробника каталогу.

В складі національного геоportалу має бути доступний відповідний сервіс для формування метаданих про каталоги об'єктів та реєстрації їх вмісту в базі даних загальних інформаційних ресурсів геоportалу.

Загальні вимоги до основного вмісту каталогу встановлюють фактично загальні принципи опису усіх сутностей каталогу, які стисло можна сформулювати таким чином.

Типи об'єктів місцевості, атрибути об'єктів та їх значення, а також асоціації об'єктів описуються відповідно до концептуальної моделі каталогу з дотриманням таких загальних правил:

- усі типи об'єктів, атрибути, асоціації, ролі асоціацій просторових об'єктів, що включені до каталогу, ідентифікуються назвами, кожна з яких має бути унікальною в межах каталогу у відповідній групі імен;
- властивості типу об'єкта повинні бути класифіковані як одна із сутностей: атрибутів об'єкта; операції об'єкта або роль об'єкта в асоціації
- визначення типів об'єктів, атрибутів, доменів значень атрибутів, асоціацій, ролей асоціацій об'єктів подаються природною мовою;
- кожен атрибут об'єкта, список значень, асоціації об'єкта, а також тип об'єкта може мати властивість «код» (code), який має буквено-цифрове значення, що застосовується як ідентифікатор (зауважте, що вимогу не сформульовано категорично «повинна», а «може мати», але можна рекомендувати завжди реалізовувати цю вимогу для забезпечення логічних зв'язків між типом та іншими сутностями каталогу);
- якщо модель включає обмеження на тип об'єктів або тип властивості сутностей, вони повинні бути представлені обмеженнями сутності в текстовому виді, які зв'язуються із відповідною сутністю за допомогою асоціації з роллю 'constrainedBy' (обмежено).

3.2.4. Вимоги до елементів основного вмісту каталогу об'єктів

Визначення та опис типів об'єктів ґрунтується на таких принципах:

- типи об'єктів визначається незалежно від джерела одержання інформації про об'єкт та незалежно від ступеня деталізації, що встановлюється для карт або інших моделей місцевості конкретного масштабу;
- основним критерієм для визначення типу об'єкта є його функція в реальному геопросторі;
- усі інші можливі ідентифікації повинні здійснюватися приєднанням до опису об'єкта відповідних атрибутів та доменів їх значень;
- на опис об'єкта місцевості в каталозі не накладаються обмеження щодо способу його просторового подання.

Зверніть увагу на рівень формалізації подання вимог до опису типу об'єкта у концептуальній моделі каталогу згідно із стандартом ISO 19110. На UML діаграмі класу **FC_FeatureType** із концептуальної моделі каталогу приведено перелік характеристик, якими описується тип (рис. 3.11).

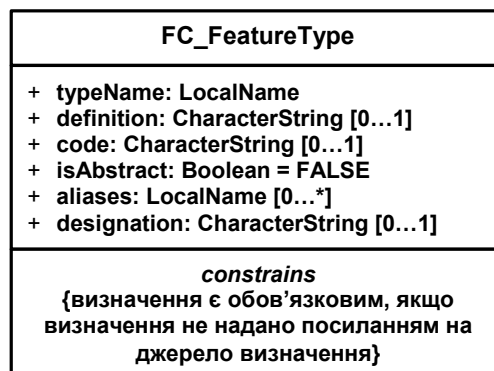


Рис. 3.11. Діаграма класу **FC_FeatureType** із концептуальної моделі каталогу в ISO 19110

Для кожної характеристики визначено тип даних, з використанням якого вона має бути описана. В дужках вказано допустима кратність опису тієї чи іншої характеристики. В нижньому прямокутнику діаграми визначено обмеження.

Основними характеристиками типу об'єкта є:

- ім'я типу (*typeName*) – унікальне в межах каталогу;
- визначення (*definition*) – текст природною мовою;
- код типу (*code*) – унікальний в межах каталогу;
- альтернативне ім'я типу (*aliases*) – можливо додаткові імена типу;
- назва або опис типу (*designation*) – текст природною мовою.

Зауважимо, що ім'я типу подається як умовна його назва латинськими літерами за правилами подання формальних назв об'єктів бази даних, одним або кількома словами, але без прогалин, нерозривною послідовністю літер у так званому угорському стилі – кожне слово в назві починається з великої літери або слова розділяються рисою нижнього підкреслення. У такому стилі на діаграмі визначено ім'я класу **FC_FeatureType**. Де літери FC в цьому разі вказують, що цей клас визначено як сутність каталогу об'єктів. Ім'я типу на рівні реалізації моделі може використовуватися як ім'я таблиці бази даних або ім'я тега в обмінному форматі даних, заснованому на XML.

Визначення та опис атрибутів об'єктів

В концептуальній схемі каталогу (рис. 3.12) атрибути розглядаються як одна із властивостей типу об'єкта, за структурою абстрактного класу **FC_Propertytype**, а також може бути зв'язана з класом **FC_ListedValue**, в екземплярі якого описується класифікатор домену значень атрибута за переліком.

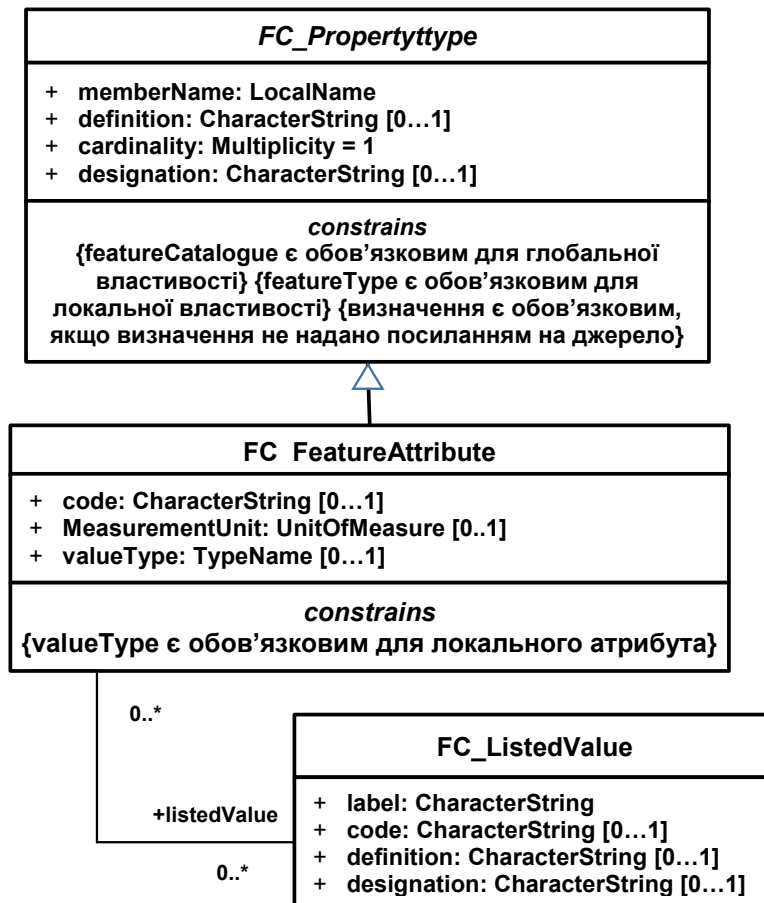


Рис. 3.12. Діаграма класу **FC_FeatureAttribute** із концептуальної моделі каталогу в ISO 19110

Повний опис атрибута містить:

- ім'я атрибута (*memberName*) – унікальне в межах каталогу;
- визначення (*definition*) – текст природною мовою;

- кардинальність (*cardinality*) – множинність атрибута (#1 або *);
- назва атрибута (*designation*) – текст природною мовою;
- код атрибута (*code*) – унікальний в межах каталогу;
- одиниці вимірювання (*MeasurementUnit*) – для числового значення атрибута;
- тип значення атрибута (*valueType*) – із набору стандартних типів даних, або наперед визначений структурований тип даних або із класифікатора, який подається як перелік за структурою класу **FC_ListedValue**;
- обмеження – опис домену значень атрибута.

Як уже наголошувалося, для опису просторових властивостей типу об'єкта використовується атрибут з типом даних *Geometry*. Якщо застосовується визначені розробником структуровані типи даних, то вони повинні бути попередньо описані як стереотипи. Наприклад, можна визначити тип даних *AreaValue* як складений атрибут, що містить назву або код одиниці вимірювання площі, тип значення площі як дійсне число з доменним обмеженням, наприклад, що це дійсне додатне число в певному діапазоні. Або можна визначити стереотип для адреси, який буде містити складники адреси: номер будинку, назва вулиці, назва населеного пункту, поштовий індекс тощо.

Визначення стереотипу в каталозі доцільне, якщо стереотип використовується як тип даних для атрибутів кількох типів об'єктів. Зауважимо, що ім'я атрибута визначається за правилами, які ми розглянули для імені типу. Ім'я атрибута фізичній реалізації моделі застосовується як ім'я стовпчика таблиці бази даних, або як ім'я тега в XML-форматі для обміну даними.

Визначення та опис асоціацій об'єктів

В концептуальній схемі каталогу асоціації (рис. 3.13) розглядаються як одна із властивостей типу об'єкта, що успадковує певні атрибути від типу об'єкта та містить визначення як мінімум двох ролей типів об'єктів, що зв'язані цією асоціацією. Ролі успадковують атрибути класу властивість **FC_Propertytype**.

Опис асоціації містить:

- ім'я асоціації – унікальне в межах каталогу;
- визначення – текст природною мовою;
- код асоціації – унікальний в межах каталогу;
- коди типів об'єктів – для ідентифікації типів, що зв'язані відношенням;
- імена ролей – для визначення ролі кожного типу в асоціації, наприклад «належить»- «містить» для ролей зв'язку між типами «приміщення» та «будинок»;
- кратність зв'язку – для ролі кожного типу в асоціації, для наведеного раніше прикладу для ролі приміщення кратність 1, а для ролі будинку кратність 1 або багато, останнє позначається зірочкою.

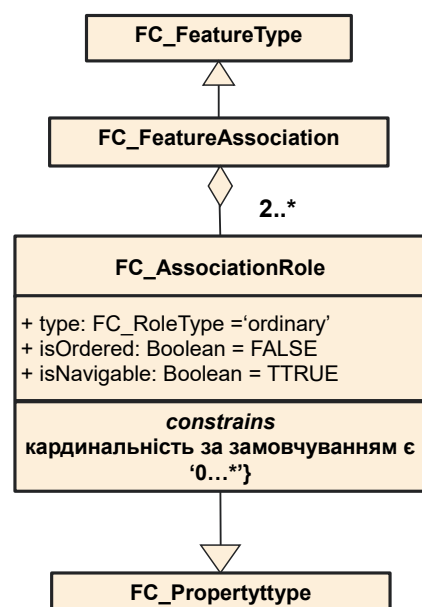


Рис. 3.13. Діаграма класу **FC_FeatureAssociation** із концептуальної моделі каталогу в ISO 19110

Визначення та опис обмежень

Обмеження можуть встановлюватися для будь-якої сутності, що визначається в каталозі об'єктів:

- обмеження для типу об'єкта, наприклад, як правила виключення або особливості основної функції, які дають підстави для віднесення об'єктів до певного типу;
- обмеження для атрибута, наприклад, на домен його значень або унікальність значення;
- обмеження для асоціації, наприклад, як кратність ролей зв'язку для типів вихідного і цільового типів об'єктів асоціації;

Обмеження – окрема сутність каталогу, яка визначена як клас **FC_Constraint**, що має ідентифікатор та пов'язується із сутністю обмеження (типом об'єкта, асоціацією, атрибутом, роллю) за допомогою асоціації з роллю 'constrainedBy' (обмежується).

Зміст обмеження подається текстом природою мовою як значення атрибута *description*.

Визначення та опис операцій об'єкта

Операція об'єкта – визначає поведінку екземплярів об'єктів певного типу та пов'язана з функціональним призначенням об'єктів. Інколи операції об'єкта забезпечують основу для визначення типу об'єкта як такого.

Приклад. Для об'єкта типу «Гребля» можна визначити операцію «Підняття греблі». Результат цієї операції полягає у збільшенні висоти «Греблі» та рівня води у «Водоймі».

В концептуальній схемі каталогу операція об'єкта подається класом **FC_FeatureOperation** (рис. 3.14), який успадковує атрибути класу властивість **FC_Propertytype** (ім'я операції, визначення, кардинальність, назва).

Додатково визначаються такі атрибути:

- *signature* – для визначення імені операції та імена параметрів, що використовуються для виклику операції;
- *formalDefinition* – для специфікації операції формальною мовою.

Для **FC_FeatureOperation** задаються також зв'язки з атрибутами типів об'єктів, які використовуються як параметри операції. В операції можуть застосовуватися лише значення атрибутів, що описані в каталозі. Операція об'єкта моделює функціональну залежність між значеннями атрибутів екземпляру одного типу та/або екземплярів різних типів об'єктів.

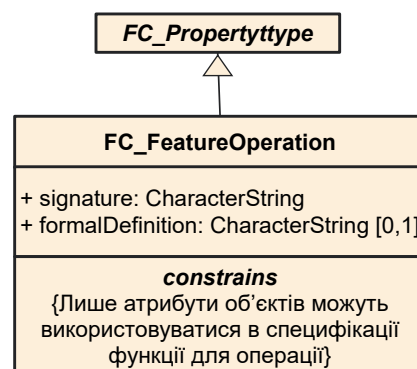


Рис. 3.14. Діаграма класу **FC_FeatureOperation** із концептуальної моделі каталогу в ISO 19110

3.2.5. Приклади подання основного вмісту каталогів об'єктів

Обговоримо варіанти подання вмісту каталогу об'єктів на прикладі каталогу у специфікаціях INSPIRE та специфікації бази топографічних даних.

Опис типу об'єкта в специфікації INSPIRE подається формою з використанням таких дескрипторів (рис 3.15):

- ім'я типу, яке описується в першому рядку форми;
- визначення типу (*Definition*) та опис сутності (*Description*) природною мовою;
- статус типу в специфікації (*Status*);
- ім'я стереотипу (*Stereotypes*), якщо такий використовується для опису типу.



CadastralParcel	
Definition:	Території, визначені кадастровими реєстрами або еквівалентом.
Description:	ДЖЕРЕЛО [Директива INSPIRE:2007]. ПРИМІТКА: Наскільки це можливо, у контексті INSPIRE кадастрові ділянки мають формувати розділ національної території. Кадастрову ділянку слід розглядати як єдину ділянку земної поверхні (землі та/або води), що перебуває під однорідними правами на нерухоме майно та унікальним правом власності, права на нерухоме майно та власність визначаються національним законодавством (адаптовано з ЄЕК ООН 2004 та WG-CPI, 2006). Під єдиним правом власності мається на увазі, що право власності належить одному або кільком співвласникам на всю ділянку.
Status:	Запропоновано
Stereotypes:	«featureType»

Рис. 3.15. Приклад опису типу об'єкта у каталозі специфікації даних INSPIRE (Джерело: INSPIRE_DataSpecification_CP_v3.0.1.pdf)

Зауважте, що у специфікаціях INSPIRE для типу об'єкта не використовується дескриптор коду типу. Єдиним засобом його ідентифікації є унікальне ім'я типу, наприклад: *CadastralParcel*.

В прикладі опису атрибутів в каталозі специфікації даних INSPIRE (рис. 3.16) для атрибута з іменем *geometry* визначено тип **GM_Object**, який за стандартом ISO 19107 – Географічна інформація. Просторова схема [15] – є суперкласом для опису просторових властивостей. А для атрибута *areaValue* вказано тип даних *Area*, який оголошений як структурований тип, що містить одиниці вимірювання та числове значення площі.

Варто знову звернутися до системної структури розроблення специфікацій в INSPIRE (табл. 3.1, п. 3.2.4), щоб підкреслити важливість створення й ведення спільних інформаційних ресурсів для розробників специфікацій. До таких ресурсів в процесі розроблення каталогів об'єктів належать: словник понять об'єктів; глосарій; реєстр каталогів об'єктів; реєстр кодіваних списків/класифікаторів.

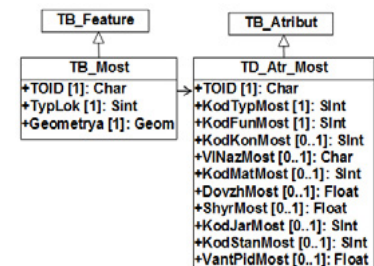
Attribute: NationalCadastralReference	
Value type:	CharacterString
Definition:	Тематичний ідентифікатор на національному рівні, як правило, повний національний код кадастрової ділянки. Необхідно забезпечити посилання на національний кадастровий реєстр або еквівалент.
Description:	Національний кадастровий код можна використовувати також у подальших запитах до національних служб.
Multiplicity:	1
Attribute: areaValue	
Value type:	Area
Definition:	Значення зареєстрованої площі, що дає кількісне визначення площі, спроектованої на горизонтальну площину кадастрової ділянки.
Multiplicity:	0..1
Stereotypes:	«voidable»
Attribute: geometry	
Value type::	GM_Object
Definition:	Геометрія кадастрової ділянки.
Description:	Наскільки це можливо, геометрія має бути однією областю.
Multiplicity:	1

Рис. 3.16. Приклад опису атрибутів об'єктів у каталозі специфікації даних INSPIRE

В каталозі об'єктів бази топографічних даних (рис. 3.17) застосовується компактна форму для опису атрибутів з полями клітинками ключових слів дескрипторів сутності та клітинок із значенням дескриптора.

Назва каталогу	База топографічних даних
Код каталогу	01
Назва типу	Мостові споруди
Ім'я типу	Most
Код типу	0108
Визначення	Штучна конструкція, що забезпечує переїзд або прохід через западини, водні та штучні перепони.

Опис атрибутів



TOID	Ідентифікатор топографічного об'єкта		
Визначення	Унікальний 16-ти символний ідентифікатор топографічного об'єкта, що задається усім альтернативним просторовим моделям топографічного об'єкта		
Тип даних	Char(16)	Статус	Основний
Домен	16- ти символний системний ідентифікатор	Код	010801
KodTypMost	Код типу мостової споруди		
Визначення	Вид мостової споруди, що має суттєві якісні ознаки		
Тип даних	Sint	Статус	Основний
Домен	Код типу мостової споруди за класифікатором з кодом 010802	Код	010802
		Одиниця виміру	-

Рис. 3.17. Приклад опису типу об'єкта і атрибутів в каталозі об'єктів бази топографічних даних (джерело: COY 742-33739540 0011:2011)

Опис типу містить UML діаграму класу об'єкта, а для каталогу, типів об'єктів та атрибутів застосовується система ієрархічного кодування за такою загальною схемою:

- **<КК>** – двосимвольний код каталогу

- **<КК><ТТ>** – двосимвольний код типу, який долучається до коду каталогу

- **<КК><ТТ><АА>** – двосимвольний код атрибута, який долучається до коду типу.

У прикладі в таблиці опису атрибутів клітинки з дескриптором **Код** мають значення 010801 та 010802 – відповідно для першого та другого атрибутів. Для значень атрибутів за класифікатором типу *codeList* код атрибута використовується як ідентифікатор класифікатора.

Забезпечення унікальності коду каталогу створює умови для унікальності кодів інших структурних елементів каталогу. Це досить зручно для організації системних реєстрів каталогів об'єктів та їх використання програмними засобами автоматизації обміну, перетворення та інтеграції даних в НІГД. Очевидно, що запровадження подібної системи потребує певних організаційних і технологічних заходів щодо створення централізованої системи реєстрації каталогів та керування їх унікальною ідентифікацією. За наявності Інтернету, національного геопорталу та його адміністратора запровадження такої системи є нескладним питанням.

3.3. Методика визначення вимог до якості геопросторових даних

3.3.1. Визначення та зміст категорії якості геопросторових даних

Категорія якості є однією з визначальних для оцінювання споживчих властивостей будь-якої продукції. За міжнародним стандартом ДСТУ ISO 9000-2001 якість визначається як ступінь, до якого сукупність власних характеристик продукції задовольняє вимоги.

В каталозі об'єктів специфікації приводиться не перелік усіх об'єктів набору даних, про що можна подумати, виходячи з терміну «каталог», а визначаються та описуються типи об'єктів набору даних та їх властивості. Такі каталоги забезпечує загальне визначення та відомості про типи об'єктів, які корисні для обміну та використання геопросторовими даними в інформаційних системах.

Питання якості геопросторових даних набуває особливого сенсу, коли йдеться про їх використання в геоінформаційних системах підтримки прийняття рішень (ГІС ППР) з метою попередження та оперативного реагування на надзвичайні ситуації, коли від повноти та актуальності даних залежать не тільки обсяг матеріальних втрат, але й нерідко життя людей.

Наявність та доступність інформації про якість набору геопросторових даних (НГД) важлива для будь якого набору, оскільки вона дозволяє потенційним користувачам даних визначитися з рівнем придатності НГД для його застосування в прикладній ГІС користувача. Кожна предметна сфера висуває свої специфічні вимоги до структури і складу геопросторових даних та їх якості.

Основні терміни в цьому розділі вживаються в тлумаченні загальних міжнародних стандартів з управління якістю продукції ДСТУ ISO 9000-2001 та стандарту з якості даних в сфері географічної інформації ISO 19157:2013 [39], який перебуває на етапі розгляду й затвердження як національний стандарт України. Зокрема ми акцентуємо увагу на таких основних термінах:

- **Якість** – ступінь, в якій сукупність притаманних характеристик продукції задовольняє вимогам.
 - **Якість геопросторових даних** – ступінь відповідності або придатності даних для певного призначення або випадок, коли дані позбавлені помилок та інших проблем.
-

- **Внутрішня якість набору даних** – рівень відповідності між створеним та «ідеальним» набором, який мав би бути виготовлений.
-
- **Зовнішня якість набору даних** – рівень відповідності готового продукту потребам чи очікуванням користувача.
-
- **Елемент якості** – компонент, який описує певний аспект якості геопросторових даних.
-
- **Міра якості даних** – кількісна характеристика якості даних.
-
- **Точність** – близькість результату вимірювання та істинної величини.
-

Термін якість, який використовується як властивість для опису об'єкта, має багато тлумачень, які узагальнено адекватні відсутності дефектів чи проблем, або ж відповідності певним вимогам, тобто коли певна річ вважається гарною в контексті її застосування для певних потреб.

На ранніх етапах розвитку ГІС основна увага приділялася якості цифрових карт. Вона визначалася як сукупність властивостей цифрової карти щодо придатності задовольняти певні потреби відповідно до призначення. Основними показниками якості цифрової карти були характеристики відповідності цифрових карт вихідним картографічним матеріалам, зокрема за складом об'єктів, точністю їх просторового положення та геометричною формою. Складалася типова ситуація, за якої модель цифрової топографічної карти повністю відповідала за змістом вихідній паперовій карті, забезпечувала її відтворення у електронному виді, але була непридатна для цілей геоінформаційного моделювання за вимогами певної прикладної задачі. Наприклад, цифрову топографічну карту не можна використати для пошуку оптимального маршруту, оскільки в ній відсутня сегментно-вузлова модель вулично-дорожньої мережі. З аналогічних причин, шар об'єктів гідрографії цифрової карти не придатний для моделювання водотоку при оцінюванні загрози повені. Цифрова топографічна карта використовувалася як підоснову для нанесення ситуації певного тематичного змісту. Але з розширенням сфери застосування ГІС об'єкти цифрові карти доповнювалися тематичними атрибутами та створювалися нові геопросторові моделі за вимогами прикладних задач, зокрема цифрові моделі мереж різного призначення, цифрові моделі рельєфу і тематичного покриття, дані кадастрових та моніторингових систем. Поступово сформувалася концепція та система управління якістю геоінформаційної продукції [65, 76, 77, 80].

До системи оцінювання якості будь-якої продукції включають такі типові завдання:

- **формулювання** принципів оцінювання та обґрунтування номенклатури показників якості;
-
- **розроблення** методів і процедур визначення показників якості;
-
- **оптимізація** типорозмірів параметричних рядів виробів;
-
- **обґрунтування** принципів побудови узагальнених показників та умов їхнього застосування у завданнях стандартизації та управління якістю.
-

Ці завдання належать до сфери кваліметрії – (від латинського *quails* – який за якістю та ...метрія) – наукової дисципліни, що вивчає та розвиває методи кількісного оцінювання якості різної продукції. Загальним методичним базисом забезпечення якості геопросторових даних є міжнародні стандарти, ISO 19157:2013 та ISO 19158:2012, в яких розглядаються принципи, методи визначення та оцінювання якості НГД в процесі їх виробництва і постачання.

Сучасна система управління якістю геоінформаційної продукції ґрунтується на чотирьох основних підходах, що відображують особливості змісту показників та організаційних аспектів якості даних на різних етапах виробництва і використання геопросторових даних. На схемі системи управління якістю даних (рис.3.18) контексти цих підходів відображено у відповідних чотирьох сегментах, а саме:

- 1) виробничо-орієнтований;
- 2) проектно-орієнтований;
- 3) клієнт-орієнтований;
- 4) системно-орієнтований підходи.

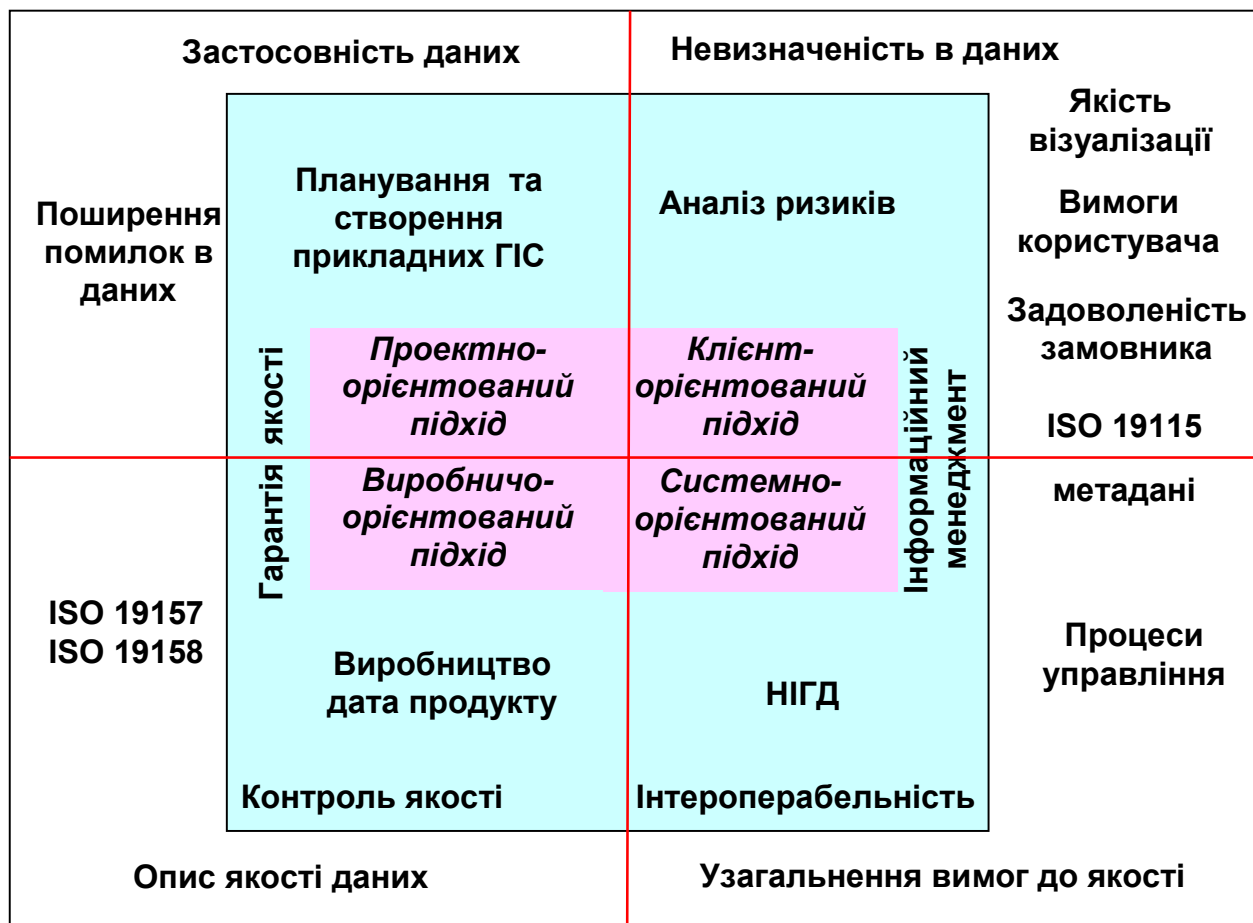


Рис. 3.18. Структура концептуальних підходів забезпечення якості геопросторових даних в комплексній системі управління якістю надання геоінформаційних послуг (Адаптовано авторами, джерело [77])

Виробничо-орієнтований підхід природно пов'язаний із сегментом виробництва даних. Він є ключовим у системі управління якістю географічної продукції, оскільки саме від забезпечення якості на етапах збирання інформації та формування наборів даних найбільшою

мірою залежить у майбутньому рівень бездефектності й кондиційності геоінформаційної продукції та послуг. Методологія опису та оцінювання якості геопросторових даних на цьому етапі ґрунтується на міжнародних стандартах ISO 19157 Географічна інформація. Якість даних та ISO 19158 Географічна інформація. Гарантія якості надання даних.

Проектно-орієнтований підхід додатково передбачає розгляд питань якості геопросторових даних з точки зору їхньої придатності для створення та/або розвитку певних прикладних ГІС, зокрема, з урахуванням придатності даних для використання в середовищі певних інструментальних ГІС. В цьому сегменті відбувається поширення помилок даних, якщо такі є, з постачанням ГІС як геоінформаційної продукції багатьом користувачам.

В **клієнт-орієнтованому підході** якість геопросторових даних оцінюється як складова прикладної ГІС, яку отримують кінцеві користувачі для вирішення своїх задач. Варто зауважити, що кінцевими користувачами якість прикладної ГІС, як правило, сприймається інтегрально, при цьому невизначеність даних може бути причиною недоліків програмних засобів і навпаки.

В **системно-орієнтованому підході** якість набору геопросторових даних оцінюється в контексті його інтегрованості та придатності для розміщення й використання в середовищі НІГД, у тому числі й разом з іншими наборами даних та/або уніфікованими геоінформаційними сервісами. Важливою компонентою при оцінюванні якості набору даних в цьому сегменті є повнота, конкретність та достовірність метаданих про набір даних загалом та про його якість зокрема.

Можна говорити про аналогію між проблемами якості у виробництві продукції та проблемами у виробництві інформації (рис.3.19).

	Фізичний продукт	Дата продукт
Вхід	Сировина	Сирі дані
Виробництво	Технологічна лінія	Інформаційна система
Вихід	Продукт	Інформаційний продукт

Рис. 3.19. Аналогія виробництва фізичного та геоінформаційного продукту

Виробництво продукту можна розглядати як систему оброблення, яка діє на сировину для виробництва фізичних продуктів. Аналогічно, виробництво інформації можна розглядати як систему, яка діє на необроблені (сирі) дані для виробництва інформаційних продуктів.

Спільним для обох продуктів є залежність якості кінцевого продукту від усіх складників його виробництва, зокрема від якості сировини та рівня технології, що використовується для виробництва продукту. Особливо це стосується якості зібраних вхідних даних для виробництва дата-продукту. Тут у більшості випадків діє відоме правило «сміття на вході – сміття на виході», незалежно від досконалості засобів інструментальної ГІС, яка використовується для виробництва геопросторових даних.

Якість інформації є багатовимірним поняттям. Вона розглядається як характеристика придатності інформаційного продукту для використання споживачами інформації.

Таблиця 3.2

Категорії якості даних як інформаційного продукту [65]

КАТЕГОРІЯ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ	ВИМІРИ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЇ
Внутрішня якість інформації	Точність, об'єктивність, достовірність, актуальність
Якість доступу до інформації	Доступність, безпека доступу
Контекст якості інформації	Правильність, додана вартість, своєчасність, повнота і важливість інформації
Якість подання інформації	Інтерпретованість, легкість розуміння, стисле подання, послідовне подання, легкість маніпулювання

В табл. 3.2 визначено чотири категорії якості інформації та п'ятнадцять вимірів. Внутрішня якість інформації відображає той факт, що інформація сама по собі має якість. Точність є лише одним із чотирьох вимірів, що лежать в основі цієї категорії. Контекст якості інформації підкреслює вимогу, згідно з якою якість інформації має розглядатися в контексті поставленого завдання. Репрезентативність і доступність інформації підкреслюють важливість ролі інформаційно-комунікаційних систем.

3.3.2. Компоненти якості геопросторових даних за фазами їх життєвого циклу

Компоненти якості мають різну інтерпретацію залежно від стадії життєвого циклу (ЖЦ) геопросторових даних. У табл. 3.3 узагальнено концепти якості для трьох основних стадій ЖЦ набору геопросторових даних.

На етапі **підготовки виробництва** на основі аналізу потреб користувача розробляються технічні вимоги та вхідна модель якості на рівні типів (класів) геопросторових даних, визначених у специфікації.

На етапі **виробництва** формується масив документів з історією виробництва даних, здійснюється ретельний контроль результатів кожної технологічної операції виробництва даних. Завершується виробництво оцінювання якості набору даних в сенсі його відповідності вимогам виробничої специфікації даних. Об'єктами оцінювання є екземпляри типів об'єктів з усіма їх атрибутами. За результатами оцінювання якості набору даних формуються відповідні метадані та звіт про якість даних. Ці компоненти надаються виробником даних разом із даними в складі дата-продукту.

На етапі **використання** оцінюється ступінь відповідності даних, що постачаються, вимогам предметної сфери або прикладної задачі використання даних.

**Інтерпретація концептів якості для різних стадії життєвого циклу
набору геопросторових даних [76]**

ФАЗА ЖЦ НГД	ДОКУМЕНТАЦІЯ ПРО ЯКІСТЬ	МЕТА ЗАХОДІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ	ПРОЦЕДУРИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ	РІВЕНЬ КОМПОНЕНТІВ НГД
Підготовка виробництва	Технічні вимоги та вхідна модель якості	Визначення вимог якості	Вивчення вимог користувача	Рівень класів об'єктів
Виробництво	База даних з документами історії процесу	<ul style="list-style-type: none"> Оцінювання відповідності специфікації Зазначення очікуваної якості в базі даних 	Ретельний контроль	Екземпляри об'єктів (дата, точність координат тощо)
Використання	Метадані, звіт про контроль якості	Вимірювання відповідності вимогам якості	Оцінювання Звітування	Рівень бази даних

Концептуально процес визначення якості ГД можна розглядати як оцінювання відмінності реально вироблених даних від певного ідеального еталонного набору, в якому немає будь-яких помилок, що виникають у ході формування БГД.

Розподіл помилок в геопросторових даних можна розглядати за фазами ЖЦ НГД:

- **збирання даних:** неточності польових вимірювань, неточність приладів, неточність ведення записів, помилки при аналізі даних, отриманих дистанційно;
- **введення даних:** помилки цифрування, нечіткість природних контурів об'єктів;
- **збереження даних:** числова неточність, просторова неточність (для растрових даних);
- **опрацювання даних:** неправильні класифікаційні інтервали, помилки при створенні контурів, помилки при геометричних побудовах, помилки в узгоджені топології;
- **формування кінцевої продукції:** похибки масштабування (для растрових даних), обмеження кінцевого формату даних;
- **використання даних:** неправильне розуміння структури та вмісту, некоректне використання даних, неадекватне застосування методів моделювання. Наприклад, використання показника густоти населення (людей на 1 кв. км) для розрахунку ймовірної чисельності населення для довільної частини території, обмеженої заданим контуром.

Зрозуміло, що наведений вище перелік не є виключним, але демонструє вплив на якість різних нових чинників на усіх фазах ЖЦ НГД.

3.3.3. Концептуальна модель якості геопросторових даних

Загальна структура концепції оцінювання якості геопросторових даних за ISO 19157 (рис.3.20) відображає ролі виробників та користувачів у процесі створення та оцінювання якості НГД.

НГД створюється для певного застосування. Якість набору може бути оцінена на основі знань про елементи якості даних, а в деяких випадках й опосередковано на підставі декількох елементів, наприклад, призначення та походження даних, що описуються в метаданих згідно з ISO 19115. Елементи якості даних оцінюють рівень відповідності набору даних предметній сфері, що є частиною геопростору, а фактично технічним умовам (специфікації) виробника на створення НГД для певної мети.



Рис. 3.20. Загальна структура концепції оцінювання якості ГД за ISO 19157

Користувач даних оцінює якість НГД як рівень відповідності набору даних вимогам застосування для геоінформаційного моделювання певної предметної сфери, яка може не збігатися з цільовим призначенням набору даних. А отже, оцінка якості виробника даних може не відповідати оцінці якості потенційного користувача даних. Важливо, щоб така оцінка

в контексті мети оцінювання достовірно відображала рівень відповідності НГД специфікації виробника або вимогам користувача. Природно, що при зміні технічних умов виробника або вимог користувача має бути проведено нове оцінювання якості набору даних. Також важливо із застереженням порівнювати різні оцінки якості НГД, якщо його цільове призначення за специфікацією виробника не відповідає предметній сфері потенційного користувача.

Більшість дослідників цієї теми розрізняють **внутрішню та зовнішню якість** геопросторових даних (рис. 3.21).

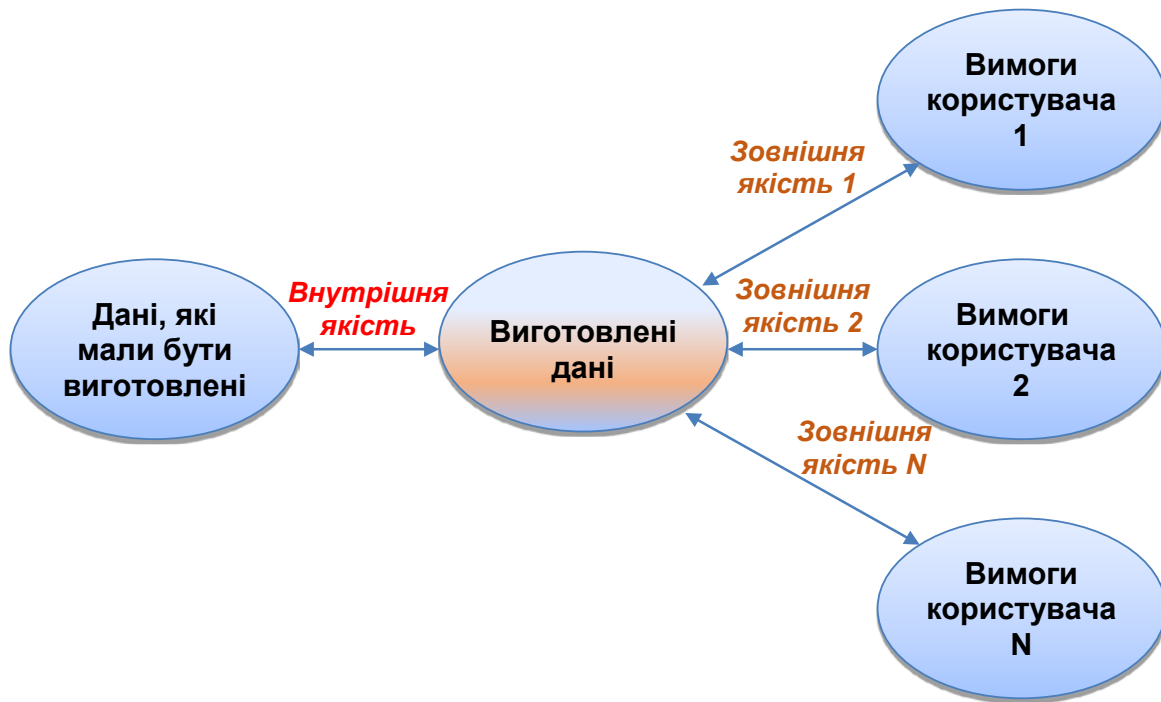


Рис. 3.21. Внутрішня та зовнішня якість даних [65]

Під **внутрішньою якістю** розуміють рівень відповідності між створеним та «ідеальним» набором, який мав би бути виготовлений (тобто дані, виготовлені без помилок). Такий набір є відображенням реального світу на певну дату відповідно до специфікації на продукцію, що встановлює набір правил та вимог переходу від реального світу до моделі даних. Специфікація включає, наприклад, перелік об'єктів, що мають бути відображені, тип геометрії для кожного класу об'єктів, атрибути, що мають описувати ці об'єкти, а також допустимі значення для атрибутів. Описати внутрішню якість можна різними способами, але в основному використовують критерії, визначені у міжнародному стандарті ISO 19157, а саме повнота, логічна узгодженість, позиційна, часова й тематична точність.

Під **зовнішньою якістю** мають на увазі рівень відповідності готового продукту потребам чи очікуванням користувача. Така якість не є абсолютною, а тому один і той же НГД може мати різну зовнішню якість для різних користувачів. Зовнішню якість часто визначають як придатність продукту для використання. Оскільки саме поняття зовнішньої якості відрізняється для різних користувачів, то не існує єдиних стандартизованих критеріїв для її опису.

Більшість експертів виділяють **шість характеристик** для опису зовнішньої якості геопросторових даних:

- 1) **призначення:** цільове призначення набору даних;
- 2) **охоплення:** період часу й територія, на яку створено дані;
- 3) **походження:** методи та процеси оброблення, використані для отримання кінцевих даних;
- 4) **точність:** відповідність тематичної, часової та просторової точності вимогам користувача;
- 5) **легітимність:** відповідність створених даних стандартам; гарантії від постачальника даних;
- 6) **доступність:** зручність для користувача в отриманні даних (вартість, формат, конфіденційність, авторські права і т. д.).

Концептуальна модель якості геопросторових даних

Згідно із ISO 19157 передбачається розроблення в складі технічних вимог вхідної моделі якості НГД (рис. 3.22), яка в подальшому використовується в процедурах оцінювання переважно внутрішньої якості продукції.

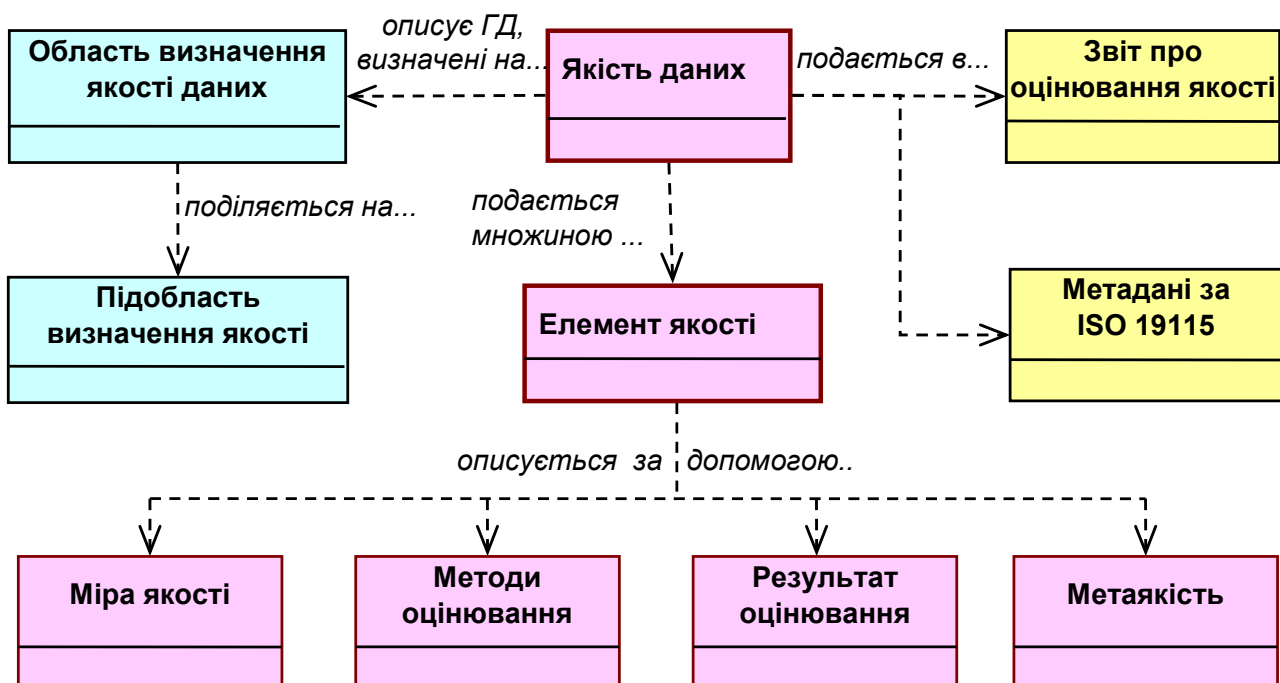


Рис. 3.22. Концептуальна модель якості геопросторових даних за ISO 19157

У відповідності до концептуальної моделі якість даних подається множиною елементів, кожний поміж яких описуються *мірою якості, методами оцінювання, результатами оцінювання та метаякістю (метаданими про якість)*.

Якість описує певну сукупність геопросторових даних. В схемі концептуальної моделі цей принцип позначено як **область визначення якості**, яка може поділятися на підобласті. Йдеться про те, що як вимоги до якості, так і методику її оцінювання потрібно визначати як в цілому для набору даних, так і для його окремих складових, тобто для окремих типів об'єктів, окремих його тематичних та просторових атрибутів, асоціацій та обмежень, визначених у специфікації набору геопросторових даних. І це цілком логічно, тому що в межах одного набору можуть бути різні вимоги до просторової точності місцеположення об'єктів різних типів, різні вимоги до точності значень атрибутів в залежності від їх значимості для вирішення певної прикладної задачі.

Таким чином, за концепцією оцінювання якості даних допускається, що кожен екземпляр типу об'єкта, значення атрибута та вид відношення в наборі даних може мати окремі елементи якості. Якість менших груп даних може не збігатися з якістю іншої частини набору даних, до якого вони належать. Концепція оцінювання якості даних допускає видачу інформації про якість набору загалом та додатково інформацію про якість менших груп, що визначається специфікою набору геопросторових даних.

Інформація про якість даних подається в спеціальному звіті про оцінювання якості та в метаданих. Звіт про якість складається обов'язково як результат оцінювання за процедурами та методами, визначеними у вхідній моделі якості. Найчастіше такий звіт використовується в подальшому для виправлення помилок, виявлених в наборі даних під час контролю та оцінювання якості. Інформація про якість також надається у відповідних розділах та елементах метаданих. Метадані про якість включаються в комплект кінцевого дата-продукту та можуть використовуватись споживачами наборів у процесі оцінювання зовнішньої якості даних.

3.3.4. Елементи якості геопросторових даних

Згідно з міжнародним стандартом якість геопросторових даних подається із використанням кількісних та описових елементів якості (рис. 3.23).



Рис. 3.23. Елементи якості геопросторових даних

Описові елементи якості даних надають загальну не кількісну інформацію про якість. Вони дозволяють додатково оцінити придатність набору даних для конкретного застосування.

Елементи "Призначення" та "Використання" описують цільову сферу застосування набору даних. Використання набору даних визначається його розроблювачем або держателем даних. Вочевидь, що ми можемо мати уяву про різницю в очікуваній просторовій точності об'єктів в наборі даних схеми туристичних маршрутів та наборі даних навігаційних комплексів для автомобіля, або в тематичних даних земельного покриття та кадастрових даних про земельні ділянки.

Елемент "Походження" описує історію формування набору даних і певною мірою його життєвий цикл, починаючи з процесів збирання, наступного кодування й перетворення у поточний формат даних. Наприклад, дані на основі космічних знімків з просторовим розрізненням 1 м на піксель чи на основі топографічних планів масштабу 1:2000.

Кількісні елементи якості геопросторових даних дають змогу оцінити, наскільки той чи інший набір даних відповідає критеріям, вказаним у специфікації дата-продукту. До кількісних елементів належать: повнота даних, логічна узгодженість, позиційна точність, тематична точність, часова точність і застосовність даних.

Кожний з цих елементів якості має свої піделементи, в яких уточнюються певні аспекти елементів якості даних. Піделементи оцінюють або перевіряють різними способами. Розглянемо ці питання докладніше.

Таблиця 3.4

Кількісні елементи і піделементи якості за ISO 19157

НАЗВА ЕЛЕМЕНТУ ТА ПІДЕЛЕМЕНТУ ЯКОСТІ ТА ЇХ ІДЕНТИФІКАТОРИ В МЕТАДАНИХ	СТИСЛИЙ ОПИС ЗМІСТУ
Повнота даних <i>DQ_Completeness</i>	Наявність чи відсутність об'єктів, їх атрибутів та відношень
■ Надлишковість <i>DQ_Commission</i>	Надлишкові дані, наявні в наборі даних
■ Відсутність <i>DQ_Omission</i>	Дані, відсутні в наборі даних
Логічна узгодженість даних <i>DQ_LogicalConsistency</i>	Ступінь відповідності логічним правилам структури даних, атрибутики та відношень
■ Концептуальна узгодженість <i>DQ_ConceptualConsistency</i>	Відповідність правилам концептуальної схеми
■ Доменна узгодженість <i>DQ_DomainConsistency</i>	Відповідність значень домену
■ Форматна узгодженість <i>DQ_FormatConsistency</i>	Ступінь відповідності зберігання даних фізичній структурі набору даних
■ Топологічна узгодженість <i>DQ_TopologicalConsistency</i>	Правильність експліцитно закодованих топологічних характеристик набору даних

Точність місцеположення об'єктів <i>DQ_PositionalAccuracy</i>	Точність місцеположення об'єктів
■ Абсолютна чи зовнішня точність <i>DQ_AbsoluteExternalAccuracy</i>	Близькість значень координат значенням, вказаних у звіті, прийнятим як правильні
■ Відносна чи внутрішня точність <i>DQ_RelativeInternalAccuracy</i>	Близькість відносних місцеположень об'єктів, вказаних у наборі даних, відповідним місцеположенням, прийнятим як правильні
■ Точність місцеположення даним в елементах растру <i>DQ_GriddedDataPositionAccuracy</i>	Близькість значень місцеположення, зазначених для даних у комірках, значенням, що прийняті як правильні
Тематична точність даних <i>DQ_ThematicAccuracy</i>	Точність числових атрибутів, правильність нечислових атрибутів, класифікації об'єктів та їх відношень
■ Правильність класифікації <i>DQ_ClassificationCorrectness</i>	Порівняння класів об'єктів та їх атрибутів з певною предметною сферою (тобто, відповідність базовим концептам предметної сфери або концептам еталонного набору даних)
■ Правильність нечислових атрибутів <i>DQ_NonQuantitativeAttributeCorrectness</i>	Правильність нечислових атрибутів
■ Точність числових атрибутів <i>DQ_QuantitativeAttributeAccuracy</i>	Точність числових атрибутів
Часова точність даних <i>DQ_TemporalQuality</i>	Точність часових атрибутів та часових відношень об'єктів
■ Точність часового вимірювання <i>DQ_AccuracyOfATimeMeasurement</i>	Правильність часових зв'язків елемента (звітування про помилку у вимірюванні часу)
■ Часова узгодженість <i>DQ_TemporalConsistency</i>	Правильність впорядкованих подій або послідовностей, якщо про них звітують
■ Часова відповідність <i>DQ_TemporalValidity</i>	Коректність даних з плином часу
Застосовність даних <i>DQ_UsabilityElement</i>	Агрегований показник для оцінювання рівня відповідності елемента набору даних вимогам специфікації, що опосередкована характеризує зручність використання даних

Повнота даних – описує наявність чи відсутність об'єктів, їх атрибутів чи відношень. Має два піделементи: надлишковість та відсутність.

- **Надлишковість** типів об'єктів може свідчити про наявність типу, який не визначено в Каталозі об'єктів набору даних. Надлишковість екземплярів може свідчити про дублювання об'єктів в наборі. Аналогічно можна говорити і про атрибути та відношення об'єктів певного типу або їх конкретних екземплярів.
- **Відсутність** свідчить про пропуски типів об'єктів або їх окремих екземплярів, атрибутів чи асоціацій в типах чи окремих екземплярах.

Логічна узгодженість описує ступінь відповідності набору даних логічним правилам структури даних, атрибутів та відношень з використанням відповідних піделементів якості.

- **Концептуальна узгодженість** – це відповідність правилам концептуальної схеми, в тому числі обмеженням на топологічні відношення об'єктів. Наприклад, дорога не може проходити по водних об'єктах; контури будинків, як правило, не можуть перетинати меж земельних ділянок тощо.
- **Доменна узгодженість** – строгість дотримання значень відповідно до доменів значень та класифікаторів.
- **Узгодженість формату** – ступінь відповідності формату зберігання структурі набору даних, наприклад с точки зору допустимої кількості символів в іменах типів об'єктів чи їх атрибутів, форматів подання дійсних чисел тощо.
- **Топологічна узгодженість** – правильність явно закодованих топологічних характеристик геометрії об'єктів набору даних, наприклад: правило простої/однозначної геометрії контурів без самоперетинання; відсутність накладок полігонів об'єктів одного типу; відсутність так званих «трісок» –невеликих пропусків між контурами, що повинні утворювати полігональне покриття; правило спільної геометрії в сенсі рівності координат точок, що задовольняють вимогам мінімальної відстані (допуску, апертури) між точками в контурах об'єктів одного або різних типів; правило топології планарного графу, за якого у місцях перетину відрізків ліній обов'язково повинні бути явно визначені вузлові точки тощо. Деякі великі набори даних можуть мати кілька десятків правил/обмежень топологічної узгодженості геометричних елементів векторних моделей об'єктів.

Позиційна точність визначається як точність визначення координат місцеположення об'єктів у обраній референційній системі координат. Вона складається з трьох піделементів якості даних.

- **Абсолютна або зовнішня точності** – близькість значень координат, поданих в моделях об'єктів, до значень, які прийняті як істинні, можливо із зовнішніх джерел.
- **Відносна або внутрішня точність** – близькість відносних положень об'єктів в наборі даних до їх відповідних відносних положень, які прийняті як істинні, наприклад відстань між дорогою та береговою лінією.
- **Позиційна точність сіткових даних** – близькість значень просторового позиціонування сіткових даних (грід-даних) до значень, які прийняті як істинні.

Тематична точність визначається як точність кількісних і коректність не кількісних атрибутів та класифікацій об'єктів та їх відношень. Вона складається з трьох піделементів якості даних:

- **Коректність класифікації** – порівняння класів, визначених для об'єктів або їх атрибутів із предметною областю (наприклад, польові дані або вихідні дані);
- **Коректність не кількісних атрибутів** – вимірювання правильності чи неправильності не кількісного атрибута, можливо з використанням зовнішніх достовірних джерел (довідників, реєстрів географічних назв, адрес тощо).
- **Точність кількісного атрибута** – близькість значення кількісного атрибута до значення, яке прийняте як істинне.

Часова точність – визначається як якість часових атрибутів і часових відношень об'єктів. Вона складається з трьох піделементів якості:

- **Точність вимірювання часу** – близькість переданих часових вимірювань до значень, які прийняті як істинні. Вона має два піделементи якості.
- **Часова узгодженості** – це коректність послідовності подій, наприклад часу в часових рядах, наявність об'єктів за заявленим часом відповідності набору даних місцевості, дат документів, на які посилаються в атрибутах об'єктів тощо.
- **Часова правильності** – це правильність даних відповідно до виміру часу. Час може бути виміряний як певна дата, момент в часі або як період. Наприклад, 32 березня – помилка в даті.

Застосовність або придатність для використання даних – елемент якості для визначення відповідності дата-продукту специфікації на його виробництво або вимогам його потенційного використання. До цього елементу можуть встановлюватися декілька вимог з використанням мір агрегації якості даних, зокрема:

- кількість незабезпечених вимог до геопросторових даних;
- кількість забезпечених вимог до геопросторових даних;
- відсоток незабезпечених вимог до геопросторових даних;
- відсоток забезпечених вимог до геопросторових даних;

Однією із комплексних оцінок відповідності набору даних специфікаціям може бути відношення: $\sum \langle \text{кількість незабезпечених вимог} \rangle / \sum \langle \text{кількість забезпечених вимог} \rangle$.

Як уже зазначалося, за концепцією оцінювання якості даних не всі елементи й піделементи, а також не всі засоби їхнього оцінювання та перевірки можуть підходити конкретному набору даних. Крім того, деякі піделементи можуть застосовуватися до всього набору даних, можуть бути оцінені або перевірені для нього, а інші застосовуються до менших груп даних, що можуть бути оцінені або перевірені для них.

Стандарт ISO 19157 визначає елементи якості даних безпосередньо як засоби виявлення і документування різних видів інформації про якість. Деякі піделементи якості даних взаємозалежні. Наприклад, помилка в координатах може викликати, як мінімум помилки двох типів – позиційну й топологічну. Значення піделементів, передбачене в специфікації на дата- продукт, та спосіб їх трактування належать до компетенції розробника специфікації на продукт.

3.3.5. Міри якості геопросторових даних

Міра якості є кількісною характеристикою якості геопросторових даних. Уніфікація мір якості здійснюється з метою досягнення сумісності та порівнюваності кількісної інформації про якість різних наборів даних. Однією з основних вимог до мір якості є однозначність їх визначення та коректність методів обчислення.

У міжнародному стандарті ISO 19157 пропонується набір стандартизованих мір якості, які дозволяють оцінювати практично усі кількісні елементи та піделементи якості геопросторових даних.

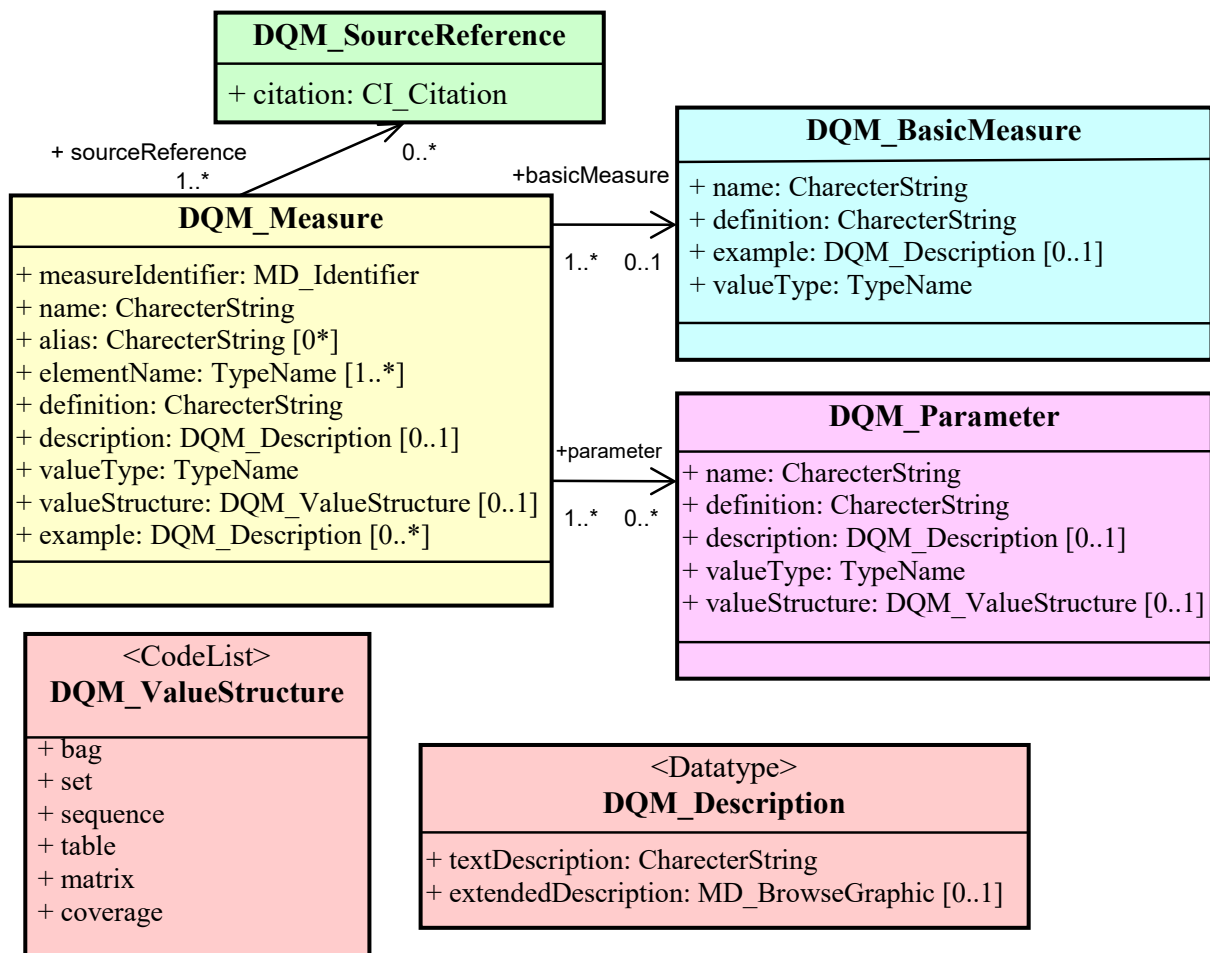


Рис.3.24. Структура опису міри якості геопросторових даних за ISO 19157

Кожна міра якості (**DQM_Measure**) в ISO/DIS 19157 описується такими компонентами (рис. 3.24):

- ідентифікатор міри якості (*measureIdentifier*);
- назва міри якості (*name*);
- псевдонім (*alias*);
- назва елемента якості (*elementName*), до якого застосовується міра;
- базова міра якості (*basicMeasure*);
- визначення (*definition*): фундаментальний концепт міри якості (якщо міра базується на одній з базових мір, то дається її визначення);
- опис (*description*): опис міри якості, включаючи всі методи обчислень і формули, необхідні для застосування міри;
- параметр (*parameter*): змінна, яку використовує міра якості (включає назву, визначення та тип даних параметру);
- тип значення (*valueType*): один з типів даних, що використовується для отримання результату міри (визначається за ISO/TS 19103:2005);
- структура значення (*valueStructure*), якщо результат включає декілька значень;
- посилання на джерело (*sourceReference*): посилання на документацію міри (якщо для міри якості додаткова інформація міститься у зовнішньому джерелі, то вказується посилання на це джерело);
- приклад застосування міри (*example*).

В прикладі подано опис міри якості «Кількість помилкових самоперетинів». Для кращого розуміння призначення міри може надаватися схема помилкової ситуації (п. 11. в прикладі). Кожній мірі в каталозі надано унікальний ідентифікатор. В прикладі – п. 12: Ідентифікатор : 26.

Згідно із стандартом якості значення цього ідентифікатора рекомендується вказувати для піделементу якості у вимогах до якості у специфікації для набору геопросторових даних.

Приклад опису мір якості в ISO 19157

КОМПОНЕНТ	ОПИС
Назва	Кількість помилкових самоперетинів (<i>number of invalid self-intersect errors</i>)
Псевдонім	Петлі
Назва елементу	Топологічна узгодженість
Базова міра	Кількість помилок
Визначення	Кількість всіх елементів даних, які неправомірно самоперетинаються
Опис	-
Параметр	-
Тип значення	Ціле число
Структура значення	-
Джерело посилання	-
Приклад	 <p>1 - будинок 2 - неправомірний перетин (петля)</p>
Ідентифікатор	26

Для мір якості з використанням статистичних методів компоненти «**Опис**» та «**Параметри**» містять математичні залежності для реалізації методів та рекомендації по їх застосуванню.

В пункті «**Структура значення**» описується послідовність значень, якщо результат міри включає декілька значень.

В пункті «**Посилання на джерело**» вказується посилання на документацію, в якій для міри якості є додаткова інформація, наприклад обґрунтування математичної моделі обчислення значення міри.

Поміж базових мір якості виділяють два класи:

- 1) міри на основі підрахунку помилкових або правильних об'єктів;
- 2) міри, що ґрунтуються на моделюванні невизначеності вимірювань статистичними методами.

У першому класі розрізняють шість базових мір якості (табл. 3.5), що ґрунтуються на різних методах підрахунку помилкових чи правильних об'єктів. Числові дані, отримані в результаті вимірювань, мають певну точність, а тому для оцінювання ступеня невизначеності якоїсь виміряної величини рекомендується використовувати статистичні методи.

Таблиця 3.5

Базові міри якості, основою яких є підрахунок кількості помилок

НАЗВА МІРИ ЯКОСТІ	ВИЗНАЧЕННЯ	ПРИКЛАД	ТИП ЗНАЧЕННЯ
Індикатор помилки	Показник того, що об'єкт виявлено як помилковий	False	Логічне
Індикатор правильності	Показник того, що об'єкт виявлено як правильний	True	Логічне
Кількість помилок	Загальна кількість помилкових об'єктів у наборі	11	Ціле
Кількість правильних об'єктів	Загальна кількість правильних об'єктів у наборі	15 571	Ціле
Відсоток помилок	Відношення кількості помилкових об'єктів до їх загальної кількості	0,0189	Дійсне
Відсоток правильних об'єктів	Відношення кількості правильних об'єктів до їх загальної кількості	0,9811	Дійсне

В мірах, що базуються на статистичних методах оцінювання невизначеності використовуються різні математичні залежності для розрахунку відповідних показників, наприклад: середнє значення похибки, середнє квадратичне значення похибки, відносна похибка, кола та еліпси похибок і достовірності, коваріаційна матриця, коефіцієнт Каппа тощо. Статистичні методи, що використовуються для відповідних мір якості цього класу, базуються на певних припущеннях, зокрема: похибки однорідні для всіх виміряних значень; виміряні значення не корелюють; виміряні значення відповідають закону нормального розподілу.

У міжнародних стандартах ISO 19158 та ISO 19157 застосування базових мір якості конкретизовано для усіх кількісних елементів та піделементів якості геопросторових даних, що в підсумку дозволило ідентифікувати понад 80 окремих мір якості. Однак через специфіку якості даних цей список не може бути повним. З розвитком ГІС вимоги до якості постійно зростають, тому природним є розроблення додаткових мір якості, зокрема і в специфікаціях для наборів геопросторових даних.

3.3.6. Процедури, методи та процес оцінювання якості

Оцінювання якості геопросторових даних здійснюється на різних стадіях ЖЦ продукції. Воно має різні цілі для кожної стадії. До основних стадій ЖЦ НГД можна віднести: розроблення технічних вимог (специфікації), виробництво, постачання, використання та оновлення.

Процедури оцінювання якості визначають порядок застосування одного або декілька методів оцінювання для певного елементу/піделементу якості даних.

Методи оцінювання якості поділяються на два основних класи: прямі та непрямі (рис. 3.25). Прямі методи ґрунтуються на порівнянні оцінюваних даних з еталонними. Непрямі – на використанні довідкової інформації про дані, наприклад, про їх походження.

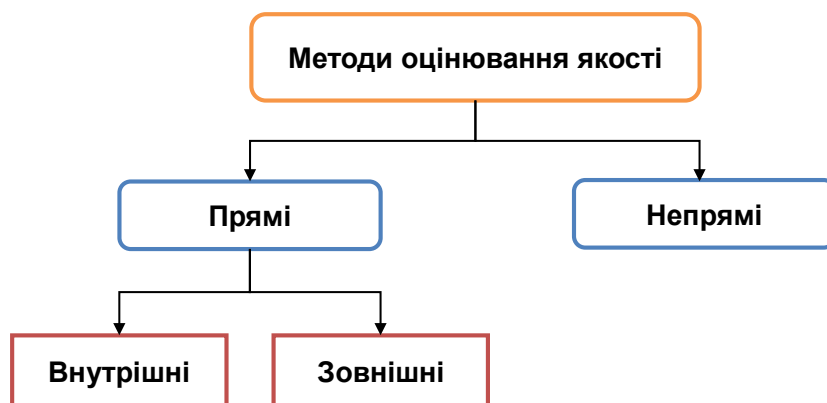


Рис. 3.25. Класифікація методів оцінювання якості

Прямі методи за джерелами інформації, необхідної для проведення порівняння, в свою чергу поділяються на внутрішні та зовнішні.

Всі дані, необхідні для виконання внутрішнього прямого методу, є *внутрішніми* відносно оцінюваного набору даних. Наприклад, для перевірки топологічної узгодженості меж земельних ділянок потрібні лише дані про межі.

Зовнішні методи потребують еталона для порівняння. Наприклад, для перевірки значень атрибутів про назви населених пунктів потрібно мати додаткове джерело інформації про ці назви, а для перевірки позиційної точності потрібно мати координати еталонних (контрольних) точок.

Непрямі методи ґрунтуються на *зовнішніх* знаннях. Наприклад, інформацію про позиційну точність можна одержати, якщо відомо методи вимірювання координат точок. Проте методи непрямого оцінювання рекомендується застосовувати лише у випадках, коли не можна використати прямі методи.

Як для внутрішніх, так і для зовнішніх методів можливе застосування вибіркового або повного контролю. Повний контроль передбачає перевірку всіх об'єктів з набору даних. Його доцільно використовувати для невеликих наборів або у випадках, коли контроль можна здійснити автоматизованими засобами за допомогою комп'ютерних програм. В інших випадках доцільно проводити вибіркового контроль порівнянням певної частини набору даних з еталоном. У вибіркового контролі, як правило, перевіряється близько 5% даних.

Процес оцінювання якості – це послідовність етапів, операцій та процедур, виконання яких дозволяє отримати результат як сукупність елементів якості для визначеної області (набору даних, окремих екземплярів об'єктів, їх атрибутів або відношень).

Загалом процес складається із шести основних етапів (рис. 3.26).

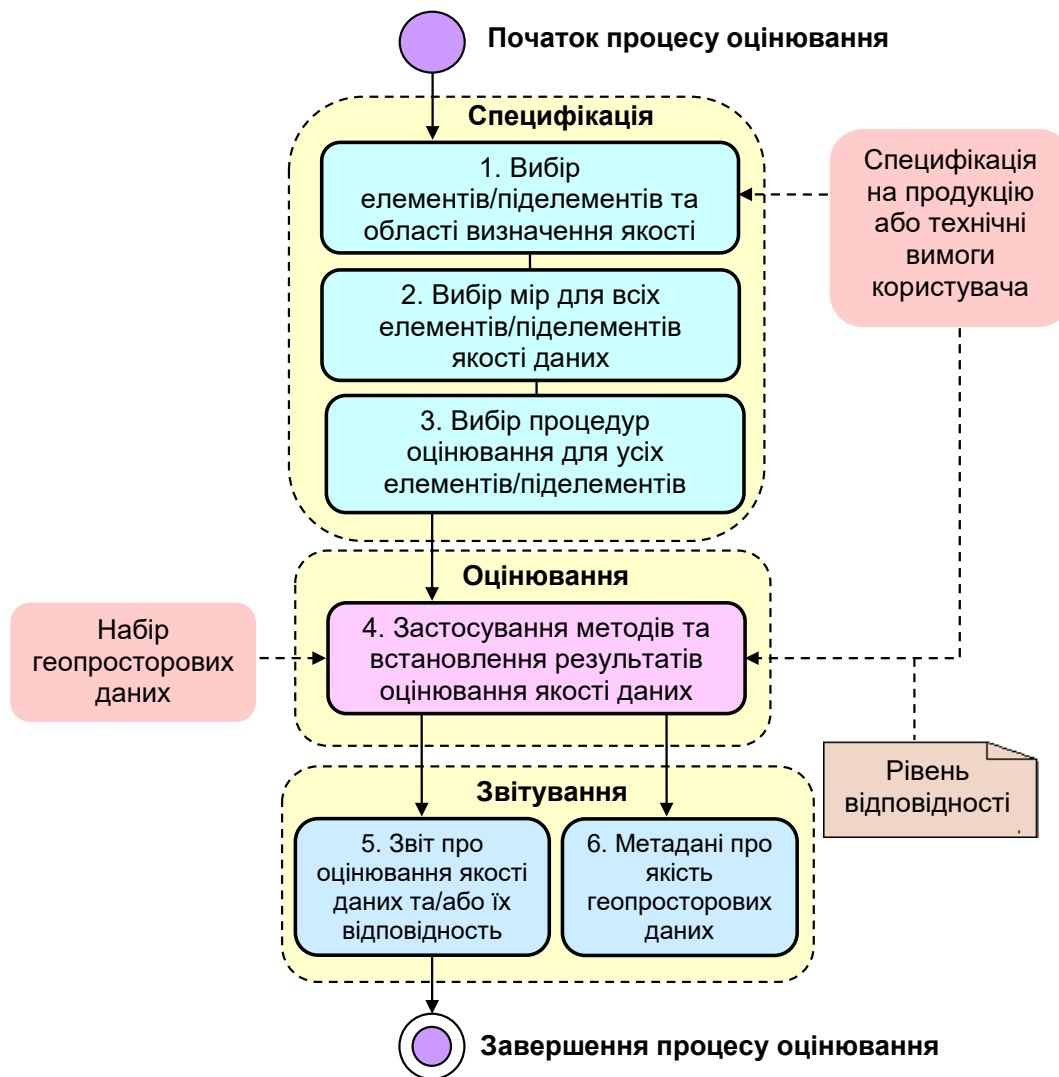


Рис. 3.26. Схема процесу оцінювання якості геопросторових даних

На перших трьох етапах фактично формується модель оцінювання якості даних. В моделі оцінювання якості визначаються які елементи/піделементи якості, які мірами якості, процедури і методи оцінювання будуть застосовані для кожної області/підобласті визначення якості даних, тобто для набору даних в цілому, для окремих типів даних та їх структурних елементів – атрибутів і асоціацій. Ця модель повинна узгоджуватися із вхідною моделлю якості, що зазначається у специфікації на дата-продукт або в технічних вимогах користувача.

На четвертому етапі згідно із визначеною моделлю оцінювання до набору геопросторових даних та його елементів застосовуються відповідні методи оцінювання та встановлюються результати оцінювання щодо відповідності набору даних вимогам специфікації.

На п'ятому етапі формується звіт про оцінювання якості й відповідності, а також метадані з відомостями про якість набору геопросторових даних та його складових.

Як уже зазначалося, однією із комплексних оцінок відповідності набору даних специфікації може бути відношення:

$$\sum \langle \text{кількість незабезпечених вимог} \rangle / \sum \langle \text{кількість забезпечених вимог} \rangle.$$

Зауважимо, що контроль якості продукції на кінцевій стадії виробничого процесу дає неадекватну оцінку. Він не може ефективно впливати на поліпшення якості продукції, а тому необхідна система наскрізного контролю якості всіх елементів на всіх етапах виробничого процесу.

Зважаючи на широке застосування цифрових технологій збирання даних, великі обсяги реальних наборів даних, очевидно є необхідність у використанні засобів автоматизації контролю й оцінювання якості даних. В складі сучасних ГІС є уже багато готових програмних засобів для вирішення цього завдання.

Система забезпечення якості геопросторових даних. Відомо, що контроль якості продукції на кінцевій стадії виробничого процесу дає неадекватну оцінку, Він не може ефективно впливати на поліпшення якості продукції, а тому необхідна система наскрізного контролю якості всіх елементів на всіх етапах виробничого процесу. Наскрізний контроль охоплює всі процеси виробництва та визначається за ISO 8402 як підхід "Повна якість". Реалізація цього підходу вимагає використання системи управління якістю QMS (*Quality Management System*), зокрема, визначення повноважень, відповідальності та порядку взаємодії усіх учасників та усіх основних процесів і процедур, важливих для досягнення якісного виконання завдань організації та проведення довгострокової сталої політики якості.

Систему забезпечення якості геопросторових даних можна визначити як сукупність організаційно-технологічних заходів, методик та спеціального програмного забезпечення для контролю якості даних на усіх етапах збирання, введення, оброблення і використання геопросторових даних, що реєструються, накопичуються та оновлюються в БГД й експортуються у зовнішні системи як набори даних та/або цифрові і електронні карти, створені на основі вмісту БГД. Контроль якості даних є обов'язковою складовою технологічної ланки в реалізації будь-якого способу отримання, введення та реєстрування даних.

Зважаючи на широке застосування цифрових технологій збирання даних, інформаційно-модельну сутність геопросторових даних та великі обсяги реальних наборів даних, очевидно є значимість створення автоматизованих систем виробництва даних та контролю їх якості.

Фактично йдеться про створення єдиної інформаційної інфраструктури виробництва даних, в якій ведеться каталог уніфікованих мір та методів оцінювання якості, створюються специфікації з детальними вимогами до якості даних та формалізованими описами моделей оцінювання якості, фіксуються метадані про всі об'єкти і атрибути на усіх стадіях виробництва даних, функціонують бази даних каталогів геопросторових об'єктів, класифікаторів, відношень об'єктів та доменів значень атрибутів, бази довідкових даних, даних топографічного моніторингу місцевості, доступні дані та метадані про вироблені набори даних з результатами оцінювання їх якості тощо. Безперечно, що розвиток НІГД буде сприяти створенню такої інформаційної інфраструктури та автоматизованих систем виробництва геопросторових даних високої якості.

3.3.7. Принципи визначення вимог до якості даних у специфікації геопросторових даних

Вимоги до якості подаються в обов'язковому розділі специфікації «Якість даних». Вони повинні включати опис прийнятних рівнів відповідності якості та відповідних заходів забезпечення якості даних, як це визначено в ISO 19158. Це твердження поширюється на всі елементи і піделементи якості даних, які визначено в ISO 19157, навіть якщо стан цих визначених елементів якості даних чи піделементів якості даних не використовується. Ці вимоги також повинні включати будь-які додаткові елементи/піделементи якості даних.

Визначення вимог до якості наборів геопросторових даних здійснюється за такими основними принципами:

- описові елементи якості набору даних (призначення, використання та походження даних) визначаються у відповідних загальних розділах специфікації;
- повнота визначення усіх компонентів якості для усіх елементів структури даних, визначених в каталозі та прикладній схемі набору даних (типів об'єктів, атрибутів об'єктів та відношень);
- вимоги повинні включати опис прийнятних рівнів відповідності з використанням доречних елементів/піделементів якості та відповідних мір якості згідно із стандартом якості ISO 19157;
- різні методи оцінювання якості можуть застосовуватися до різних частин набору геопросторових даних (різні області визначення якості даних);
- для однакових елементів якості даних, можуть бути досягнуті різні результати, з різними довірчими інтервалами, з різними мірами оцінювання якості;
- рівні відповідності якості можуть бути різними для різних об'єктів в наборі геопросторових даних, наприклад, необхідна точність позиціонування для об'єктів з нечіткими межами, як правило, значно нижча, ніж для чітко визначених контурів об'єктів;
- вимоги до точності потрібно формулювати в термінах граничних допустимих значень відхилення (не більше, не менше, в інтервалі тощо).

Для наборів геопросторових даних, які містять більше 3-5 типів об'єктів, рекомендується попередньо розробити певний стандарт якості даних, основу якого складає класифікація рівнів вимог до окремих типів об'єктів та їх складових (атрибутів, відношень, просторових властивостей тощо). В такій класифікації подається вербальна модель вимог до якості для чотирьох рівнів відповідності елементів якості сформульованим вимогам в залежності від чутливості прикладної сфери (задачі) до якості тих чи інших структурних елементів набору геопросторових даних (типів об'єктів, точності вимірювання їх просторових властивостей або значень певних атрибутів та інше). З досвіду кращих практик така модель включає чотири класифікаційних рівнів вимог стосовно елементів/піделементів якості геопросторових даних [87]:

- S:** жодна помилка не допускається;
- A:** бажано, щоб помилки не було;
- B:** допускається незначна кількість помилок;
- C:** в певній мірі допускаються помилки
- D:** елемент якості не потрібно оцінювати.

В табл. 3.6 приведено приклад змісту класифікаційних рівнів вимог для елементів якості повнота, позиційна, часова і тематична точності. А в табл. 3.7 продемонстровано схему використання цих класифікаційних рівнів для визначення вимог до елементів якості окремих типів геопросторових об'єктів.

Таблиця 3.6

Приклад класифікаційних рівнів вимог до елементів якості геопросторових даних

КЛАСИФІКАЦІЙНИХ РІВНІВ ВИМОГ ДО ЕЛЕМЕНТІВ ЯКОСТІ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ					
ЕЛЕМЕНТ ЯКОСТІ	S	A	B	C	D
Повнота	100% без надлишків та пропусків	Бажано, без пропусків і надлишків (5%)	Допускаються пропуски та надлишки (10%)	До певної міри допускаються (20%)	Оцінка не потрібна
Позиційна точність	Потрібна висока точність позиціонування (0,2 м <)	Потрібен певний рівень точності (0,2 м <) (5%<)	Позиційна точність менш строга (0,70 м <) (5%<)	Позиційна точність набагато менш строга (1,75 м <) (5%<)	Оцінка не потрібна
Часова точність	Жодна помилка не допускається	Бажано, щоб не було помилки (5%<)	Допускається незначна помилка (10%<)	До певної міри допускається (20%<)	Оцінка не потрібна
Тематична точність	Жодна помилка не допускається	Бажано, щоб не було помилки (5%<)	Допускається незначна помилка (10%<)	До певної міри допускається помилка (20%<)	Оцінка не потрібна

Схема використання класифікаційних рівнів для визначення вимог до елементів якості окремих типів геопросторових об'єктів

КЛАСИФІКАЦІЙНІ РІВНІ ВИМОГ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЯКОСТІ ДАНИХ				
НАЗВА ТИПУ ОБ'ЄКТА	ПОВНОТА	ПОЗИЦІЙНА ТОЧНІСТЬ	ЧАСОВА ТОЧНІСТЬ	ТЕМАТИЧНА ТОЧНІСТЬ
Кадастрова земельна ділянка	A	S	A	A
Кадастрова зона	S	B	A	B
Кадастровий квартал	S	B	A	B
Угіддя земельної ділянки	A	S	A	B
Зони обмежень	A	B	B	A

S: жодна помилка не допускається; **A:** бажано, щоб помилки не було; **B:** допускається незначна кількість помилок; **C:** в певній мірі допускаються помилки; **D:** елемент якості не потрібно оцінювати

Аналогічні кваліфікаційні рівні можна деталізувати за піделементами якості для окремих структурних елементів прикладної схеми набору геопросторових даних (атрибутів, відношень тощо). Такий підхід дозволяє уніфікувати вимоги до елементів/піделементів якості, що застосовуються для окремих складових набору геопросторових даних, та подати їх в стислішій формі

Підсумки та загальні висновки

Специфікації для наборів геопросторових даних містять докладні знання за уніфікованою структурою про склад і зміст наборів даних, вимоги до метаданих та якості даних. Це створює умови для досягнення високого рівня інтероперабельності НІГД на рівні обміну та автоматизованого перетворення і об'єднання даних з даними прикладних геоінформаційних системах.

Уніфікація структури та вмісту специфікацій ґрунтується на дотриманні вимог технічних регламентів НІГД та міжнародних стандартів серії ISO 19100, а тому для фахового розроблення специфікацій потрібні, як мінімум, базові знання у сфері стандартизації географічної інформації.

Каталог об'єктів і прикладна схема є найважливішими складовими специфікації набору геопросторових даних та містять визначення і описи типів об'єктів, атрибутів та відношень об'єктів. Вони повинні бути доступними в електронному виді для забезпечення автоматизації процесів обміну, завантаження та інтеграції даних в геоінформаційних системах користувачів.

Електронний варіант каталогу підлягає реєстрації в інформаційних ресурсах національного геопорталу для забезпечення сталості доступу до нього зацікавлених користувачів і прикладних ГІС. Він також є основою для формування загальних інформаційних ресурсів національного геопорталу (простору імен, реєстру класифікаторів, словників тощо) для їх повторного використання і досягнення сумісності специфікацій та семантичної інтероперабельності наборів геопросторових даних НІГД.

Якість геопросторових даних завжди була важливою в ГІС, оскільки від неї залежить достовірність результатів геоінформаційного моделювання та якість управлінських рішень, прийнятих на їх основі. Розробляючи вимоги до якості геопросторових даних або застосовуючи певні методи чи процедури оцінювання якості, завжди потрібно пам'ятати про призначення (цільовий контекст) даних, від якого залежить склад об'єктів набору даних, зміст тематичних атрибутів, структура просторових моделей об'єктів та вимоги до їх якості.

Дані з вищою якістю потребують більше витрат, а тому формування вимог до якості наборів геопросторових даних – це **пошук компромісу між бажаним і достатнім** з урахуванням витрат на створення даних та можливих ризиків від використання даних певної якості для вирішення прикладних задач в конкретній сфері діяльності.

Уніфікація елементів та мір якості здійснюється з метою досягнення сумісності та порівнюваності кількісної інформації про якість різних наборів даних. Елементи якості, міри елементів якості та методи оцінювання якості, визначені в міжнародному стандарті ISO 19157 складають основу для побудови системи управління якістю геопросторових даних на всіх фазах їх життєвого циклу.

Геопросторові дані як сучасні складні інформаційні продукти з моделями реального світу потребують створення адекватних автоматизованих систем їх виробництва, управління, контролю та забезпечення якості геоінформаційної продукції та послуг.

Запитання для самоконтролю

- 1) Які особливості набору геопросторових даних як інформаційного дата-продукту, доступ до якого надається на геопорталі НІГД?

- 2) Що спільного та чим відрізняються виробнича специфікація і специфікація готового дата-продукту?

- 3) Чому каталог об'єктів та прикладна схема належать до найважливіших розділів специфікації набору геопросторових даних?

- 4) Чому специфікації наборів геопросторових даних розглядаються як ключова компонента в забезпеченні інтероперабельності наборів геопросторових даних НІГД?

- 5) Який зміст вкладається в поняття внутрішньої та зовнішньої якості геоінформаційного продукту?

- 6) Що спільного та які відмінності між якістю фізичного і дата-продукту?

- 7) Які елементи та міри якості використовуються для оцінювання якості наборів геопросторових даних?

- 8) Що таке область визначення якості та як для яких складових набору геопросторових даних вони визначаються?

- 9) Що таке класифікаційні рівні якості геопросторових даних та як їх використовують для формування вимог до якості наборів геопросторових даних?

РОЗДІЛ 4.



**ТЕХНОЛОГІЯ
МОДЕЛЮВАННЯ
ГЕОПРОСТОРОВИХ
ДАНИХ**

Стрімкий розвиток геоінформаційних систем зумовив зростання обсягів виробництва та накопичення геопросторових даних. Прийняття управлінських рішень на всіх рівнях: від державного до місцевого не можливе на сьогоднішній день без якісних, достовірних, інтелектуальних, відкритих геопросторових даних, оскільки загальновідомим є факт, що близько 80% всієї інформації є просторовою. Крім основних вимог, які висуваються до геопросторових даних: актуальність, достовірність, точність, детальність, інформативність, наочність, до них висуваються ще додаткові вимоги такі як: підвищення інтелектуального рівня даних, який би відповідав сучасному рівню розвитку геоінформаційних систем і повною мірою забезпечував геопросторовий аналіз і моделювання, інтероперабельність даних та можливість інтеграції даних з різних джерел в національній інфраструктурі геопросторових даних (НІГД). Також геопросторові дані повинні бути відкритими для того щоб кожен громадянин, громада, державні службовці могли мати доступ до використання цієї інформації, в той же час вони мають бути обмеженими у доступі в період воєнного стану.

У зв'язку з впровадженням діджиталізації у всі сфери економіки і життя країни посилюється цінність геопросторових даних. Прийняття Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» [1], Порядку функціонування НІГД [5] та Наказу Мінагрополітики «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних» [7], гармонізація міжнародних стандартів у сфері географічної інформації/геоматики і прийняття їх як національних в Україні дають підстави сподіватися на прискорений розвиток національної інфраструктури геопросторових даних України як складової сучасної державної стратегії розбудови цифрової країни для формування і розвитку цифрового суспільства. Незважаючи на позитивну динаміку інституційного забезпечення і стандартизації проблемами розвитку НІГД є: відсутність специфікацій та метаданих для геопросторових даних, відсутність набору базових геопросторових даних, дані не інтероперабельні та практично недоступні на геопорталах держателів даних для завантаження у форматах векторних даних. Ці проблеми викликані здебільшого внаслідок відсутності культури створення геопросторових даних на основі міжнародних і національних стандартів, специфікацій тощо.

Оскільки геопросторові дані є ядром для національної інфраструктури геопросторових даних, то для їх виробництва, використання і постачання сформовано певні правила моделювання геопросторових даних, вимоги до складу метаданих, розроблення специфікацій геоінформаційних продуктів та оцінювання їх якості, яких мають дотримуватися всі учасники НІГД для того, щоб дані були сумісні та інтероперабельні.

У цьому розділі розглянуто: структуру та принципи моделювання геопросторових даних, їх технологію та правила моделювання, детально описано етапи концептуального моделювання, визначено вимоги до забезпечення сумісності наборів геопросторових даних.

4.1. Структура та принципи моделювання геопросторових даних для НІГД

4.1.1. Основні визначення та рівні моделювання геопросторових даних

Модель – це абстракція, що описує систему або підсистему. Об'єкти і системи реального світу є складними та важкими для розуміння, тому моделі можуть зробити деякі аспекти очевиднішими в порівнянні з реальними системами.

Наприклад, може бути складно зрозуміти все, що відбувається в дуже складній системі бази геопросторових даних. Однак запис структури даних у вигляді діаграми дає читачеві можливість зрозуміти і виділити певні аспекти та вивчити їх докладніше. Щоб модель геопросторових даних була зрозумілою не лише людині, тобто людино-орієнтовною, а і комп'ютерно-орієнтовною, необхідно пройти такі етапи перетворення ідеї до моделі системи або бази геопросторових даних (рис. 4.1):

- 1) неформально (природньо) описати об'єкти та/або явища реального світу, які будуть моделюватись;

 - 2) визначити якомога більше сутностей та зв'язків між ними для побудови концептуальної моделі;

 - 3) деталізувати вимоги до геопросторових даних та їх структуру у її логічній моделі;

 - 4) реалізувати фізичну модель, яка буде вже комп'ютерно-орієнтовною, наприклад файл зі структурою даних або обмінний файл [48].
-

Найціннішими ресурсами в НІГД є геопросторові дані, тому потрібно забезпечити їх захист від зміни програмно-технологічних компонентів НІГД та створити умови інтероперабельності під час використання геопросторових даних геоінформаційними сервісами геопорталу та геоінформаційними системами користувачів даних. Цього досягають документуванням структури моделі даних та усіх класифікаторів, що використовують у цих даних, у формалізованому вигляді, доступному для сприйняття як людиною, так і програмами під час автоматизованого завантаження даних та їх використання у ГІС кінцевого користувача.



Рис. 4.1. Від людино-орієнтовної моделі геопросторових даних до комп'ютерно-орієнтовної

Існує декілька визначень поняття «моделювання даних»:

- 1) Моделювання даних – це інтегрований набір понять для опису даних, зв'язків між ними й обмежень, що накладаються на дані. Це певна абстракція, інтелектуальний засіб, використання якого дає змогу інтерпретувати дані у відповідності з висунутими вимогами не просто як відомості, а як інформацію, тобто відбити не лише зміст, але й взаємозв'язки між окремими даними.
- 2) Моделювання даних – це процес застосування методів та засобів до даних (вимоги до даних) з метою їх перетворення в корисну форму. Процес перетворює складний дизайн програмного забезпечення на просту, зрозумілу схему з потоком даних. Простіше кажучи, які б ми не мали дані, щоб зберегти ці дані в базі даних, ми повинні перетворити їх у певну форму (тобто модель даних потрібно створити). Таким чином інструменти моделювання даних дозволяють вам складати схеми, оскільки їх легко підключити та зрозуміти схематично.

Сучасний стан розвитку НІГД ґрунтується на принципах системності та модульності, комплексного впровадження концепції модельно-керованої архітектури (рис. 4.2).

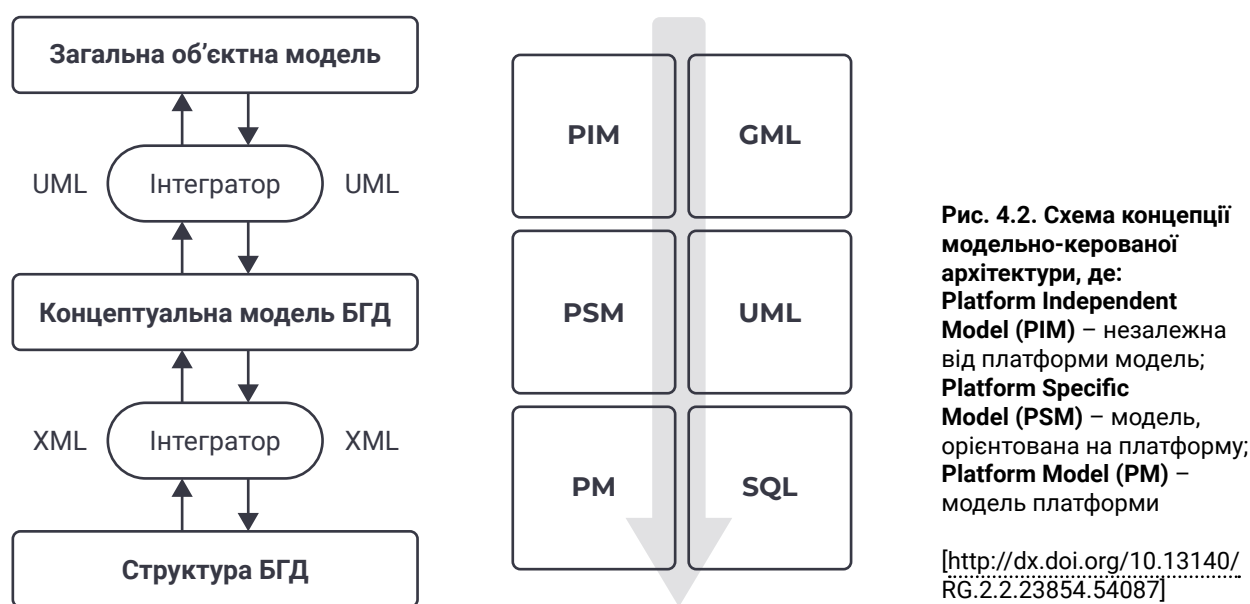


Рис. 4.2. Схема концепції модельно-керованої архітектури, де:
Platform Independent Model (PIM) – незалежна від платформи модель;
Platform Specific Model (PSM) – модель, орієнтована на платформу;
Platform Model (PM) – модель платформи

[<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.23854.54087>]

Ця концепція виходить з того, що тривалість життя технічної реалізації геоінформаційного продукту коротша, ніж термін придатності інформації, з яким він має справу.

Це зумовлює потребу в поданні інформації на рівні концептуального моделювання способом, який характеризується можливістю застосування нових методів і засобів реалізації систем без зміни раніше упорядкованої та збереженої інформації [52, 54]. У проєкті INSPIRE якраз і реалізовано модельно-керовану архітектуру інфраструктури геопросторових даних.

Тобто інформація про зміст геопросторових даних заснована на об'єктному підході та подається в термінах прикладної схеми і каталогу об'єктів [17, 21], а посилання на них з текстовими поясненнями повинні включатися в специфікацію геопросторових даних, яку детально розглянуто у розділі 3.

4.1.2. Вимоги до набору геопросторових даних

Якщо розглядати завдання моделювання даних в рамках трьох фаз життєвого циклу баз геопросторових даних (БГД), то зазвичай основна частина моделювання даних виконується на етапі проектування БГД, в залежності від фаз життєвого циклу системи та БГД, а також рівнів розгляду проблеми, завдань і об'єктів предметної сфери [47]. В теорії та практиці проектування й реалізації БГД розрізняють три рівні розгляду предметної сфери та відповідно три рівні моделювання даних, а саме: концептуальний, логічний і фізичний.

В моделі даних знаходять своє відображення найважливіші аспекти функціонування визначеної предметної сфери, а другорядні – ігноруються, тобто вона є певною цільовою моделлю предметної сфери, у якій розрізняють три головні складові: структурну та керуючу частини і обмеження. В структурній частині визначається склад сутностей та логічні зв'язки між ними. Через класи обмежень цілісності визначаються засоби опису коректних станів бази даних, а через керуючу частину визначаються способи переходу між станами БД і способи отримання даних із бази даних. Керуюча частина містить специфікацію однієї або кількох мов, призначених для створення запитів до бази даних.

Кожний рівень моделювання (концептуальний, логічний та фізичний) відповідає певному рівню розгляду й деталізації предметної сфери, певній фазі життєвого циклу створення бази даних, характеризується своїми методами та базовими формалізмами,

Кінцевою метою процесу моделювання даних є розроблення задокументованої та формально описаної схеми бази геопросторових даних, яка визначається як сукупність різних схем, кожна з яких має такі властивості:

- відноситься до конкретного рівня подання певної предметної сфери як світу сутностей, та до відповідних аспектів бази даних, що розглядаються;
- визначає форми подання (формалізми), які відповідають рівню розгляду та охоплюють аспекти маніпулювання цими формами.

програмними й мовними засобами для текстового й графічного подання моделей, зокрема у вигляді сукупності схем бази даних, відповідно: концептуальної, логічної та фізичної.

Оскільки проектування бази даних є еволюційним процесом, то воно починається із розроблення концептуальної схеми бази даних, в якій предметна сфера відображається на високому рівні абстракції. Це означає, що опис бази даних повністю концептуальний (понятійний) і абсолютно не залежить від будь-яких технічних та програмних реалізацій [47]. На рис. 4.3–4.4 зображено приклад для набору даних «Адреси» відповідно до положень INSPIRE [85].

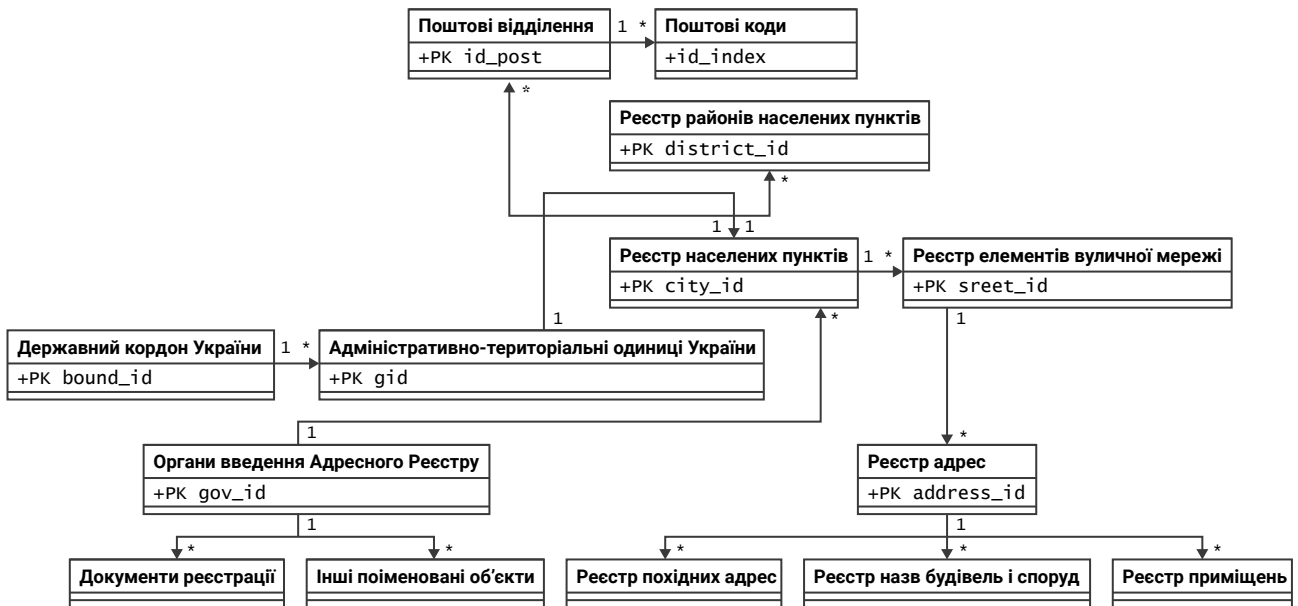


Рис. 4.3. Логічна модель набору даних «Адреси»



Рис. 4.4. Фізична модель набору даних «Адреси» у ПЗ QGIS

Створення наборів геопросторових даних повинно ґрунтуватися на таких основних принципах:

- 01 | **безстроковість використання та експлуатації БГД;**
- 02 | **послідовне дотримання методології** модельно-керованої архітектури інформаційних систем на усіх етапах проектування, реалізації та експлуатації БГД;
- 03 | **повнота класів топографічних об'єктів та їх атрибутів**, яка забезпечує моделювання та зберігання в БГД усіх об'єктів;
- 04 | **унікальність та повнота ідентифікації об'єктів** в БГД, за якої кожному об'єкту присвоюється унікальний ідентифікатор, а також код за відповідним галузевим класифікатором, якщо такий існує;
- 05 | **топологічна узгодженість геометричних моделей об'єктів** повинна бути як мінімум на рівні топології планарного графу для усіх суміжних об'єктів та об'єктів, що перетинаються;
- 06 | **підтримка метаданих** як для класів об'єктів, так і для конкретних їх екземплярів та/або атрибутів, а також версій під час реєстрації будь-яких змін об'єктів;
- 07 | **використання об'єктно-орієнтованої системи керування базами даних** для реалізації інтегрованого сховища усіх інформаційних ресурсів в єдиному середовищі ОР СКБД з функціональними розширеннями для зберігання й опрацювання геопросторових даних;
- 08 | **гармонізація моделей** геопросторових даних і метаданих, форматів обміну даними, методів та процедур оцінювання якості даних здійснюється відповідно до вимог комплексу міжнародних стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика»;
- 09 | **реалізація засобів редагування й оновлення даних** за результатами топографічного моніторингу місцевості [5].

Концептуальна модель БГД повинна подаватися в прикладній схемі з використанням уніфікованої мови моделювання UML незалежно від конкретного середовища реалізації бази даних. Схеми реалізації для різних методів (наприклад: реляційна або об'єктно-реляційна база даних, передача XML-файлів, специфікації API веб-сервісів) і платформ реалізації повинні отримуватися переважно автоматично із формального опису прикладної схеми.

Логічне моделювання геометричних елементів геопросторових об'єктів в об'єктно-орієнтованій СКБД та організації доступу до БГД повинні здійснюватися відповідно до таких стандартів серії ISO 19100 та консорціуму OGC [53].

Для кожного класу об'єктів повинно бути визначено вузлові точки для встановлення обов'язкових топологічних відношень між суміжними об'єктами, особливості яких буде розглянуто у п. 4.4 «Вимоги до забезпечення сумісності наборів геопросторових даних», та особливості визначення просторових властивостей об'єктів з використанням різних джерел.

4.1.3. Визначення та принципи концептуального моделювання геопросторових даних

Концептуальне моделювання – це процес створення абстрактного опису певної частини реального світу та/чи набору зв'язаних понять.

Наприклад, частину реального світу, що моделюється, може складати набір об'єктів, таких як: водотоки, озера чи острови (рис. 4.5). Набором зв'язаних понять, що використовується для опису форми цих об'єктів, може бути набір геометричних примітивів таких як: точки, лінії та полігон. Абстрактний опис цих об'єктів реального світу називається концептуальною моделлю.

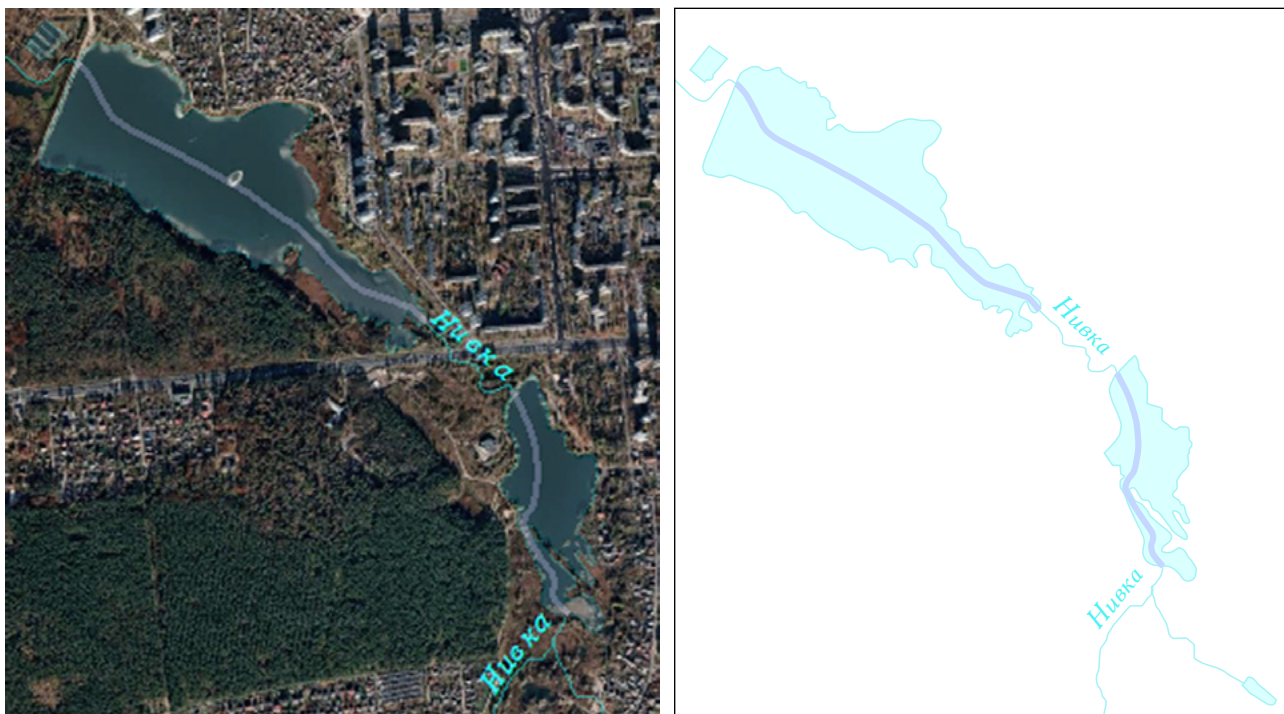


Рис. 4.5. Приклад подання класу об'єктів «Водотік» у базі топографічних даних

Оскільки мова концептуальних схем забезпечує уніфіковані метод та формат опису інформації, то читати й редагувати отримувану в результаті концептуальну схему можуть як комп'ютерні системи, так і люди. Таким чином, застосування концептуальної мови для розробки концептуальних схем є фундаментальним питанням стандартизації географічної інформації.

В комплексі стандартів географічної інформації ISO 19100 концептуальне моделювання має дві мети:

- 1) забезпечення точного визначення географічної інформації та геоінформаційних сервісів;
- 2) стандартизація визначень географічної інформації та геоінформаційних сервісів, що забезпечує інтероперабельність програмних систем у розподілених обчислювальних середовищах.

Користувачам та розробникам необхідно розуміти застосування мов концептуальних схем у комплексі ISO 19100 для його належного застосування та пов'язаних з ним профілів і специфікацій продуктів для розроблення технічних вимог до програмних засобів ГІС та ГІС-застосунків і для їх подальшої реалізації [11, 21, 53].

На рис. 4.6 наведено графічну ілюстрацію ролі концептуального моделювання у відображенні географічної інформації. Рисунок відображує використання концептуального моделювання для визначення інформації, яку можна обробляти на комп'ютері.



Рис. 4.6. Від реальної дійсності – до концептуальної схеми [11]

Предметна сфера –

це вибрана частина реального світу, яку людина бажає описати в моделі.

Предметна сфера може включати не тільки об'єкти, такі як водотоки, озера, острови, межі земельних ділянок, межі власників земельних ділянок та виробничі території, а і їх атрибути, функції та взаємозв'язки, які існують між цими об'єктами. Предметна сфера описується в концептуальній моделі.

Концептуальна схема –

це формальний опис концептуальної моделі певної предметної сфери.

Для опису концептуальної схеми використовується уніфікована мова моделювання, що є формальною мовою, яку сприймає комп'ютер або людина [11, 21, 53]. Концептуальні схеми, розроблені для комплексу стандартів ISO 19100, зображені з використанням мови UML, особливості якої будемо розглядати у п. 4.3 «Концептуальне моделювання з використанням мови UML інструментальними засобами для розроблення UML-діаграм класів об'єктів».

Принципи концептуального моделювання, які визначені у міжнародному стандарті ISO/IEC 14481, є керівними для застосування концептуального моделювання та розроблення концептуальних схем у комплексі стандартів ISO 19100:

- 1) **принцип 100%** стверджує, що в концептуальній схемі мають бути описані усі (100%) відповідні структурні правила та правила поведінки, що стосуються предметної сфери. Таким чином, концептуальна схема визначає предметну сферу;
- 2) **принцип концептуалізації** згідно з ISO/TR 9007 стверджує, що концептуальна схема повинна охоплювати тільки ті структурні аспекти та аспекти поведінки, які стосуються предметної сфери. Необхідно виключити всі аспекти фізичного зовнішнього або внутрішнього відображення даних. Це вимагає створення концептуальної схеми, що не залежить від технологій фізичної реалізації та платформ;
- 3) **Гельсінкський принцип** стверджує, що будь-який обмін усними або письмовими формулюваннями повинен ґрунтуватися на узгоджених семантичних та синтаксичних правилах. Усі твердження в концептуальній схемі мають формулюватися та інтерпретуватися з використанням узгодженого набору правил;
- 4) **принцип застосування синтаксису** конкретної мови концептуальних схем стверджує, що для відображення інформації в концептуальній схемі необхідно користуватися формально визначеним синтаксисом мови концептуальних схем;
- 5) **принцип самоопису** стверджує, що нормативні елементи, визначені в міжнародному стандарті, а в даному випадку в комплексі ISO 19100 та у профілях комплексу ISO 19100, повинні бути здатними до самоопису [11].

Ці принципи лежать в основі використання мов концептуальних схем для подання географічної інформації та геоінформаційних сервісів у комплексі стандартів ISO 19100.

У національному стандарті України ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних» визначено правила розроблення концептуальних моделей геопросторових даних, які є складовими проєктів геоінформаційних систем і баз геопросторових даних, а також технічних вимог або специфікацій на геопросторові дані, які постачають разом з наборами геопросторових даних та використовують з метою оцінювання якості даних, створення баз геопросторових даних, опрацювання даних у геоінформаційних системах, публікації даних засобами веб-картографування, обміну даними тощо [21].

Концептуальні моделі містять строгий та докладний опис геопросторових даних у вигляді прикладних схем, каталогів об'єктів, просторових і часових схем відповідно до міжнародних стандартів серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика».

4.1.4. Визначення прикладної схеми та етапи її створення

Прикладна схема –

це концептуальна схема даних, потрібних для однієї або кількох прикладних задач (рис. 4.7).

Прикладна схема визначає:

- вміст і структуру даних;
- операції для маніпулювання й оброблення даних;
- обмеження для забезпечення цілісності даних.

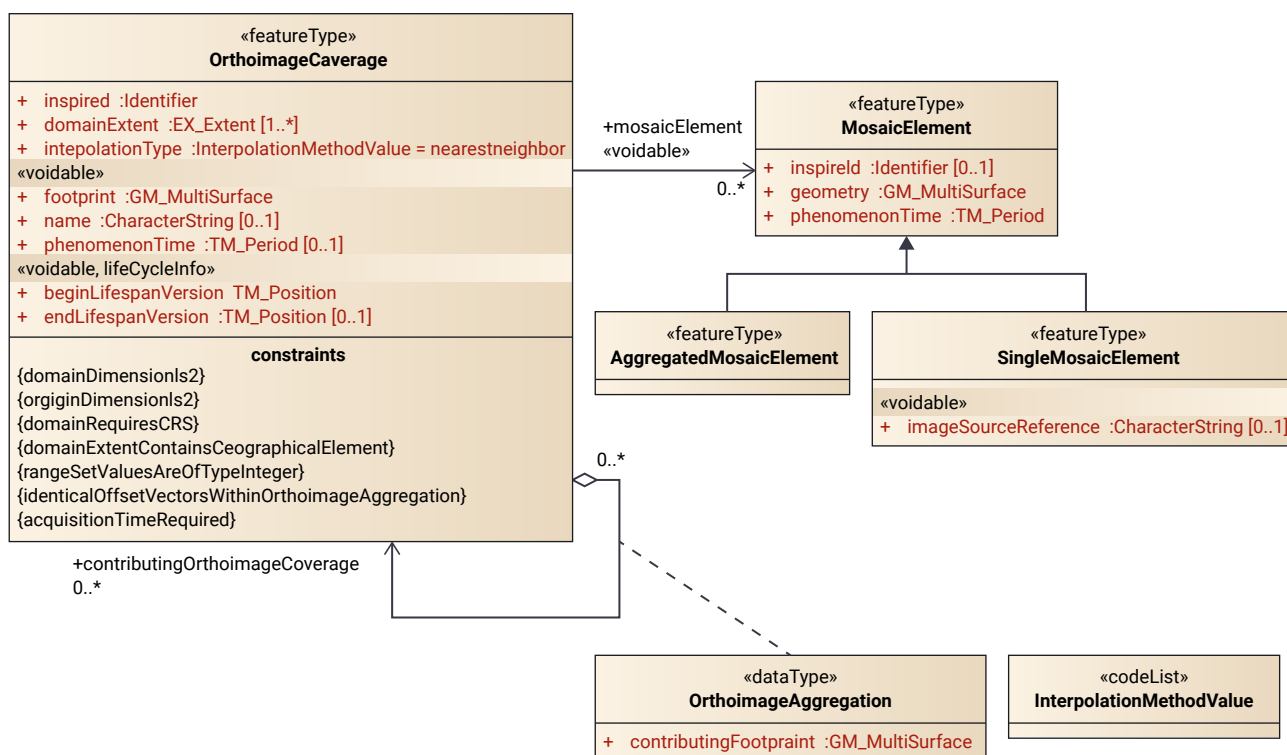


Рис. 4.7. Прикладна схема набору «Ортофотозображення» INSPIRE
<https://inspire.ec.europa.eu/data-model/approved/r4618-ir/html/index.htm?goto=2:2:4:1:1:7835>

Прикладну схему призначено для двох цілей. По-перше, вона потрібна для досягнення загального та правильного розуміння змісту й структури даних у межах конкретної прикладної сфери. По-друге, вона забезпечує схему, яку читає та інтерпретує комп'ютер, для застосування автоматизованих механізмів керування даними [17, 21].

Ці дві ролі зумовлюють поетапний процес створення прикладної схеми (рис. 4.8).

Етапи можна стисло описати так:

- 01** | збирання вимог з потенційної прикладної сфери;
- 02** | розроблення концептуальної моделі для прикладної сфери з використанням концептів, визначених у загальній об'єктній моделі. Ця задача складається з визначення типів об'єктів, їх властивостей та обмежень;
- 03** | опис прикладної схеми за допомогою формальної мови моделювання (наприклад, UML та OCL) відповідно до правил, визначених у цьому стандарті;
- 04** | інтеграція формальної прикладної схеми з іншими стандартизованими схемами (просторова схема, схема якості даних тощо) в одну прикладну схему.

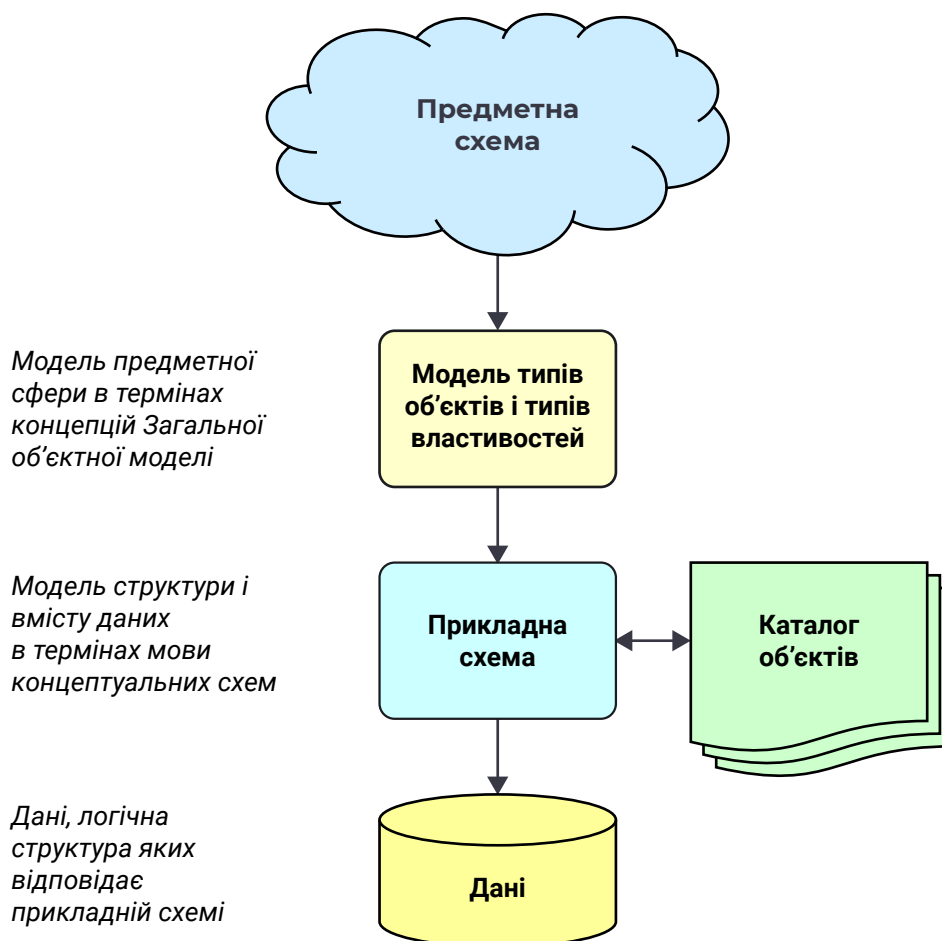


Рис. 4.8. Етапи створення прикладної схеми від реального світу до географічних даних [21]

Розроблення прикладної схеми повинно відповідати національним стандартам ДСТУ 8774:2018 «Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних» та ДСТУ ISO 19109:2017 «Географічна інформація. Правила для прикладної схеми» [17, 21].

Цей процес, що може бути ітераційним або використовувати цикли зі зворотними зв'язками, потребує двох наборів правил:

- 1) як відобразити типи об'єктів, поданих у термінах понять загальної об'єктної моделі, формалізмами прикладної схеми;
- 2) як використовувати схеми, визначені в інших стандартах ISO на географічну інформацію.

4.1.5. Досвід розроблення прикладних схем в специфікаціях INSPIRE

Зміст специфікації у частині прикладної схеми передбачає:

- Прикладну схему [Назва набору даних]
- Опис:
 - Неформальний опис
 - Формалізований опис у нотаціях UML
 - Узгодженість між наборами геопросторових даних
 - Моделювання об'єктів
 - Просторова схема
 - Часова схема
- Каталог об'єктів
- Зовнішні прийняті списки кодів

Розділ «**Прикладна схема**» складається з трьох підрозділів: опис, каталог об'єктів та зовнішні прийняті списки кодів. Цей розділ містить детальну інформацію про зміст та структуру набору геопросторових даних, визначені сутності та зв'язки між ними, вимоги до цілісності та сумісності даних, наявні обмеження та взаємозв'язки з іншими наборами геопросторових даних, а саме яким чином набори пов'язані, які класифікатори використовуються.

Пункт «**Неформальний опис**» передбачений для подання у людино-орієнтованому форматі опис прикладної схеми набору даних, також може містити вимоги до набору, які висуваються у INSPIRE.

Пункт «**Формалізований опис у нотаціях UML**» містить діаграми класів та діаграми пакетів прикладної схеми у загальному вигляді та для кожного підпаketу. Ці моделі подаються за допомогою уніфікованої мови моделювання, яку розглянуто у п. 4.3 про концептуальне моделювання за допомогою мови UML.

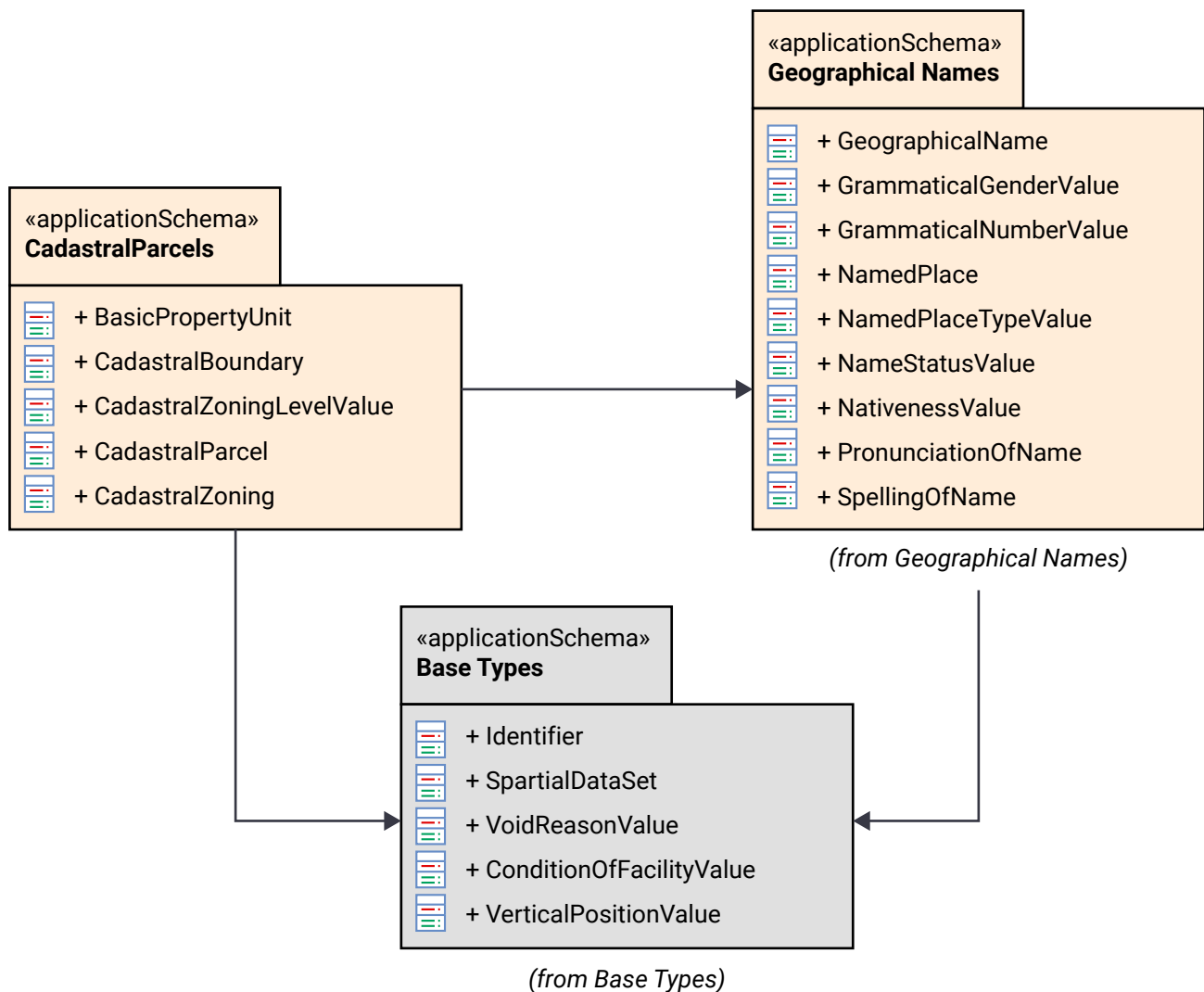


Рис. 4.9. Прикладна схема набору даних INSPIRE «Земельні ділянки»
[\[https://inspire-mif.github.io/uml-models/approved/html/\]](https://inspire-mif.github.io/uml-models/approved/html/)

Пункти «Узгодженість між наборами геопросторових даних», «Моделювання об'єктів», «Просторова схема», «Часова схема» детально описують подання геопросторових даних та вимоги до них [85].

Прикладна схема набору «Земельні ділянки» відображає взаємодію пакету «Земельні ділянки» з двома пакетами «Географічні назви» та «Основні типи» (рис. 4.9).

Пакет «Земельні ділянки» складається з чотирьох типів об'єктів:

- 1) межа земельної ділянки,
- 2) земельна ділянка,
- 3) кадастровий зонінг, власність;
- 4) та 1 список кодів – рівні кадастрового зонування.

Основним типом об'єктів набору, що розглядається, є «Земельна ділянка», який використовує дані набору «Адреси» та «Адміністративні одиниці».

У контексті INSPIRE кадастрові ділянки повинні формувати поділ території держави. Кадастрову ділянку розглядають як єдину ділянку земної поверхні (землі та/або води), у якій права на нерухоме майно та власність визначаються законодавством держави, де вона розміщена. Цей тип об'єктів містить тематичний ідентифікатор на національному рівні. Зазвичай це кадастровий номер земельної ділянки. Реалізуючи цей набір даних необхідно забезпечити посилання на національний кадастровий реєстр або еквівалент йому. Для України, це Державний земельний кадастр.

Тип об'єктів «Кадастрове зонування» – це території, які використовуються для поділу території держави на кадастрові ділянки. Відповідно до статті 197 Закону України «Про державний земельний кадастр» під кадастровим зонуванням розуміють встановлення меж кадастрових зон і кварталів. У контексті INSPIRE кадастрові зони повинні використовуватися для передачі інформації метаданих і полегшення відображення та пошуку даних про земельні ділянки.

Про метадані ви більше дізнаєтесь у наступному модулі «Методика підготовки та порядок реєстрації метаданих на національному геопорталі». Також у INSPIRE зазначається, що кадастрові зони здебільшого визначаються, коли кадастрові карти створюються вперше. На практичних прикладах проекту INSPIRE розглянуто детально зміст та подання прикладної схеми набору «Земельні ділянки» та визначено, що прикладна схема може надаватись користувачу і без специфікації набору геопросторових даних, як окремий документ.

4.2. Технологія та правила моделювання геопросторових даних відповідно до ДСТУ 8774:2018

Інформація про зміст геопросторових даних основана на об'єктному підході та подається в термінах прикладної схеми і каталогу об'єктів, а посилання на них з текстовими поясненнями повинні включатися в специфікацію геопросторових даних.

Прикладна схема забезпечує формальний опис структури і змісту геопросторових даних. Це концептуальна модель, що описується з використанням мови концептуальних схем, такої як UML. Вона повинна містити подання типів об'єктів, типів властивостей, включаючи типи атрибутів, операції над об'єктами і асоціації, відношення успадкування і обмеження. Типи атрибутів охоплюють описові, геометричні та часові властивості. Асоціації включають просторові та часові відношення, такі як топологічні відношення, а також непросторові відношення (наприклад, право власності), які існують між типами об'єктів.

4.2.1. Технологічна схема моделювання геопросторових даних

Технологія моделювання геопросторових даних передбачає кілька основних етапів:
(рис. 4.10)

- підготовка до формування прикладної схеми;
 - формування прикладної схеми з використанням мови UML інструментальними засобами;
 - документування прикладної схеми;
 - включення прикладної схеми у специфікацію.
-

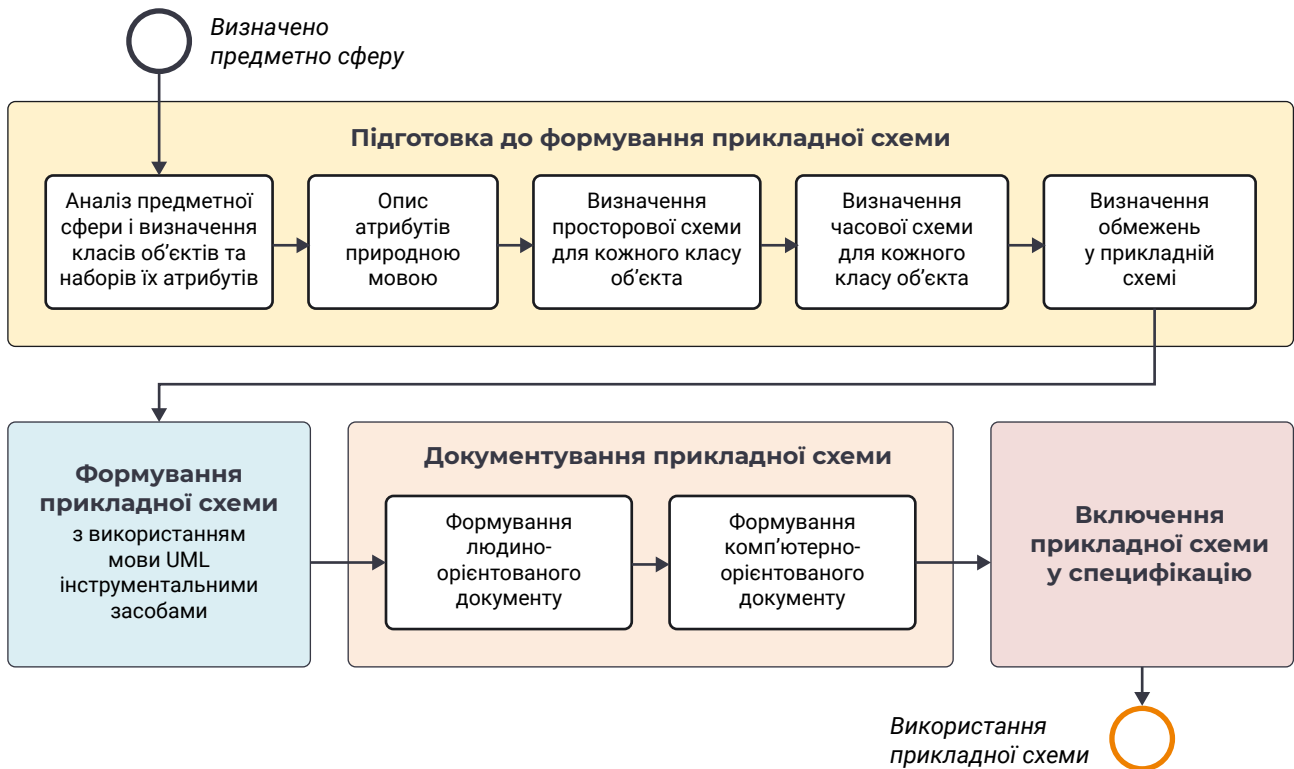


Рис. 4.10. Технологія моделювання геопросторових даних

Етап 01.

Підготовка до формування прикладної схеми

1.1. Аналіз предметної сфери і визначення класів об'єктів та наборів їх атрибутів

Класи об'єктів визначаються двома способами: за однаковим набором характеристик (атрибутів) або за функціональною ознакою, тобто для чого цей об'єкт призначено, а, отже, яку функцію виконує об'єкт в реальному світі.

При виділенні класів об'єктів керуються функціональним підходом, яким будемо користуватись у рамках цього навчального курсу.

На цьому етапі необхідно визначити і джерела класифікації, значень та властивостей атрибутів і визначити ієрархії, зв'язки та підпорядкованості класів об'єктів.

Також потрібно формально розробити каталог об'єктів, якщо він не був створений раніше.

1.2. Опис атрибутів природною мовою

Для кожного класу об'єктів визначаються атрибути і вони можуть бути задокументовані природною мовою в структурованому вигляді для створення власне прикладної схеми.

1.3. Визначення просторової схеми для кожного класу об'єкта

Тобто яким способом будуть описуватися просторові властивості об'єкта, його геометрія, яка передає форму. Слід зазначити, що ця геометрія може бути різною для різних видів завдань. Навіть в межах одного класу об'єктів можуть бути об'єкти різної геометрії. Під час опису просторової схеми необхідно визначити чи це дискретні чи континуальні об'єкти чи це явище, яке має поширення на певній території і відноситься до поняття географічного поля або покриття.

1.4. Визначення часової схеми для кожного класу об'єкта

Необхідно визначити чи це об'єкти, дані про які фіксуються на певний момент часу чи ці дані моніторяться з певною дискретизацією.

Або це об'єкти, які можуть змінюватись в часі та/або їх характеристики змінюються в часі і потрібно створювати і підтримувати певні часові ряди або їх враховувати. Певні властивості можуть змінюватись або існувати в певний період часу. Об'єкти можуть мати часові ряди, наприклад, якщо ідеться про об'єкти, які існують або проектуються, все це залежить від прикладної задачі. Також часова схема передбачається у динамічних системах, у системах моніторингу та відслідковування рухомих об'єктів і за нею потрібно слідувати.

1.5. Визначення обмежень у прикладній схемі

Перед реалізацією UML-діаграм необхідно визначити обмеження природною мовою, після чого відобразити їх у прикладній схемі за допомогою інструментарію. Для формулювання обмежень може використовуватись просто коментар у людино-орієнтованому форматі. Також обмеження можуть подаватись і скриптовою мовою.

Етап 02.

Формування прикладної схеми з використанням мови UML інструментальними засобами

На цьому етапі виконується конструювання прикладної схеми за допомогою мови UML, яку детальніше буде розглянуто у п. 4.3. Інструментальні засоби дозволяють побудувати прикладну схему не тільки графічно, а і створити формальний її опис, вказавши у прикладній схемі склад, атрибути, зв'язки та за необхідності методи.

Етап 03.

Документування прикладної схеми

Етап документування прикладної схеми передбачає створення двох типів документів: людино-орієнтований, який зорієнтований на використання людино, та комп'ютерно-орієнтований, який зорієнтований на використання системою.

3.1. Формування людино-орієнтованого документу

Цей тип документу містить діаграму класів та її неформальний опис. Він призначений для розробників та користувачів набору даних. Тобто на людей, які будуть вивчати і знайомитись з прикладною схемою, використовувати, створювати набір даних чи оцінювати його можливість використання.

3.2. Формування комп'ютерно-орієнтованого документу

Цей тип документу передбачає, що ми вивантажуємо формалізований і структурований опис прикладної схеми у вигляді XML файлу з описом каталогу об'єктів, або GML файл специфікації для подальшого генерування обмінних файлів. В залежності від застосування документування можна генеруватись опис структури бази даних на відповідній мові, зокрема на SQL мові створення логічної моделі баз даних.

Етап 04

Включення прикладної схеми у специфікацію

Цей етап полягає у тому, що прикладна схема може бути як розділ специфікації якщо ідеться про невеликий обсяг даних і невелику кількість типів об'єктів. Або розробляється як окремий документ, на який є посилання у Специфікації. У міжнародному досвіді прикладна схема розробляється і постачається як окремий документ, тому що вона може використовуватись на різних етапах життєвого циклу даних та може постачатись окремо від специфікації.

Наприклад, якщо нам необхідно розробити базу даних, нам не завжди потрібно використовувати весь документ Специфікації, а достатньо лише прикладної схеми. Формальний опис прикладної схеми може підлягати каталогізації в каталогах інфраструктури геопросторових даних чи в прикладній системі. Наприклад, каталог прикладних схем в INSPIRE, в одному репозиторії доступні задокументовані усі прикладні схеми формально і структурно.

4.2.2. Визначення загальної об'єктної моделі, її мета та основна структура

Загальна об'єктна модель (General Feature Model – GFM) – це модель понять, необхідних для класифікації подання явищ реального світу (рис. 4.11).

Її описано з використанням мови концептуальних схем, якою згідно з ДСТУ ISO 19103 (ISO 19103:2015, IDT) Географічна інформація. Мова концептуальних схем є UML [21].

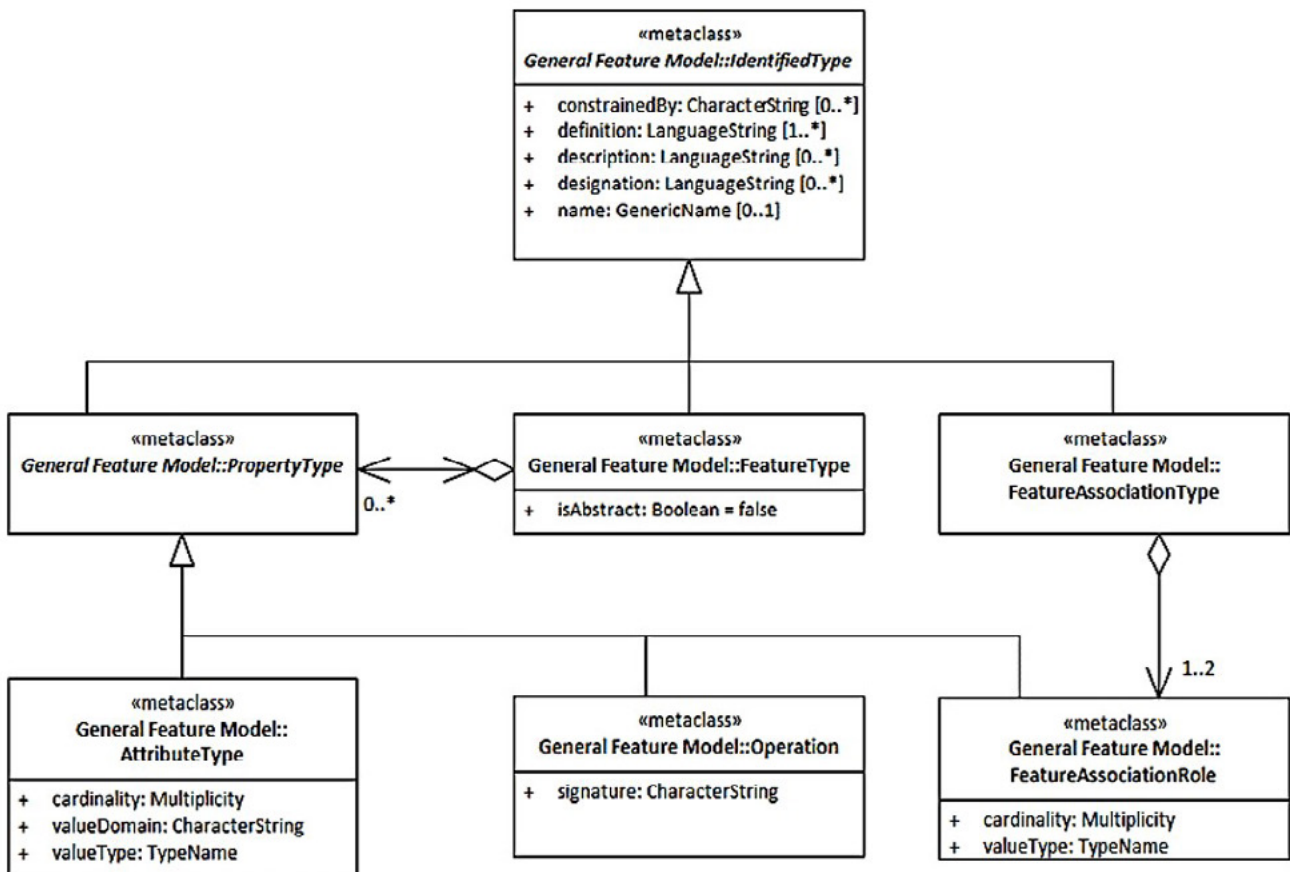


Рис. 4.11. Метакласи загальної об'єктної моделі [21]

Об'єкт – це абстракція явища реального світу.

Оснoву моделі становить класифікація просторових об'єктів. Типи об'єктів мають властивості, якими є атрибути об'єктів, операції функцій та ролі асоціацій об'єктів. Відношення між типами просторових об'єктів подаються через асоціації та успадкування об'єктів. Усі ці поняття подаються як метакласи в GFM.

FeatureType – це метаклас, який конкретизується у вигляді класів, що відображають окремі типи об'єктів. Певний тип об'єкта є класом для всіх екземплярів цього типу об'єктів. Екземпляри класу, що репрезентують окремий тип об'єкта, є екземплярами об'єктів.

AttributeType – це метаклас для визначення типу атрибутів об'єкта.

Operation (операція) – це метаклас для опису поведінки типів об'єктів, що описується операціями, які можуть бути виконані над окремими або всіма екземплярами типу об'єкта. Операція описує поведінку типу об'єктів як функції або методу.

FeatureAssociationRole – це метаклас класів ролей, які є частиною FeatureAssociationType, що визначає роль типу об'єкта в асоціації. Екземпляр FeatureAssociationRole, який надає роль одному типу об'єкта, також можна розглядати як частину цього типу об'єкта.

4.2.3. Склад просторової схеми та правила її подання

В цьому пункті розглянуто просторову схему, її класи геометричних об'єктів, атрибути й асоціації згідно з ДСТУ ISO 19107:2017 (ISO 19107:2003, IDT) Географічна інформація. Просторова схема.

У термінах мови UML пакет – це набір зв'язаних типів та інтерфейсів, які формують несуперечливий компонент проєкту системи програмного забезпечення. Будь-яку залежність між об'єктами різних пакетів має бути відображено залежністю між пакетами.

Цю залежність позначено в діаграмах пакетів з використанням графічного подання, як зображено на рис. 4.12, також тут проілюстровано ієрархію пакетів у просторовій схемі.

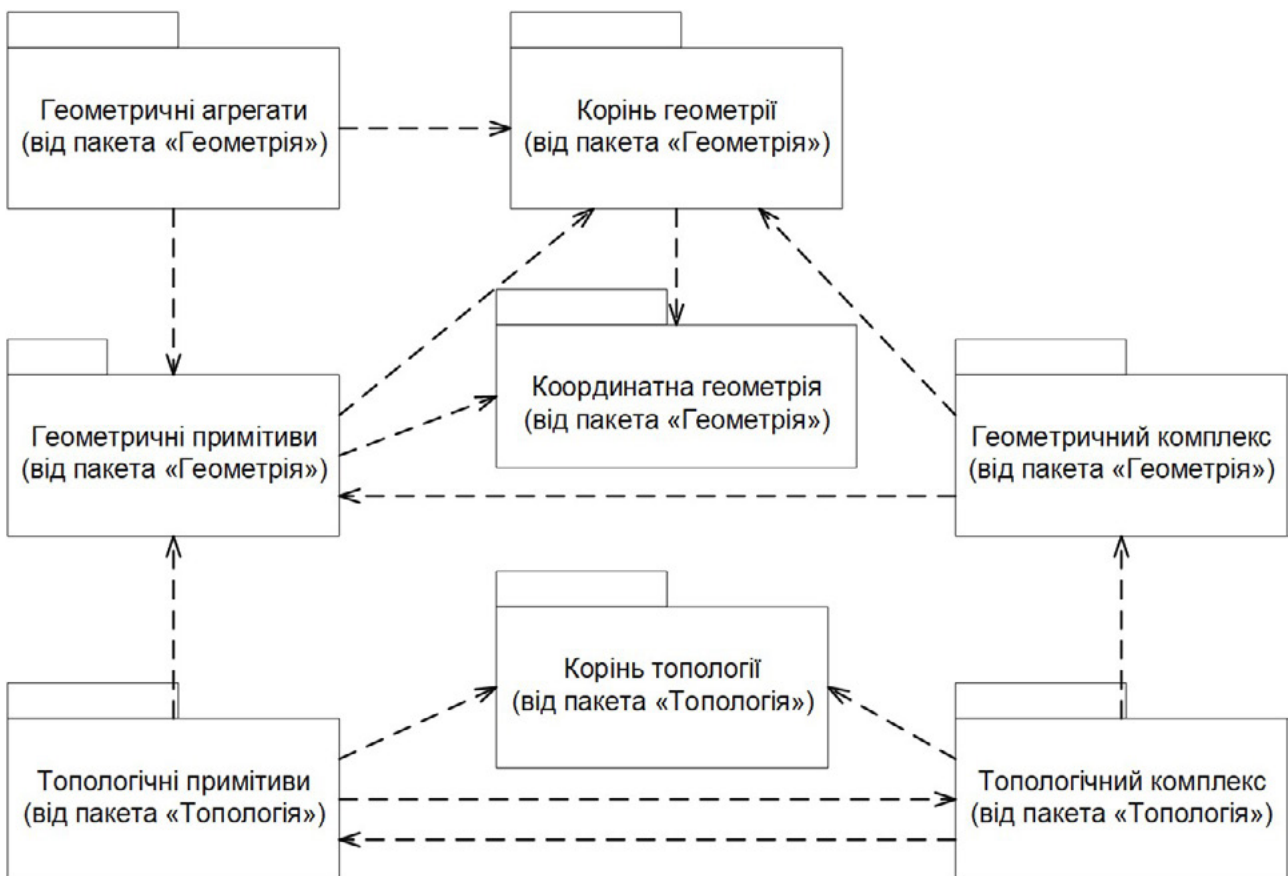


Рис. 4.12. Ієрархія пакетів для нормативних компонентів ДСТУ ISO 19107 [21]

Через відношення залежності між пакетами визначено вимогу до використання пакетів просторової схеми в прикладних схемах. Прикладна схема, що містить реалізацію будь-якого пакета, визначеного в цьому розділі, має також містити реалізації всіх його залежностей. Вони забезпечують геометрію та компоненти топології для прикладної схеми, які можуть бути основою зовнішнього інтерфейсу для відповідних систем.

На рис. 4.13 зображено залежності між пакетами геометрії та склад класів для кожного пакета. Пакети геометрії містять різні класи для координатної геометрії.

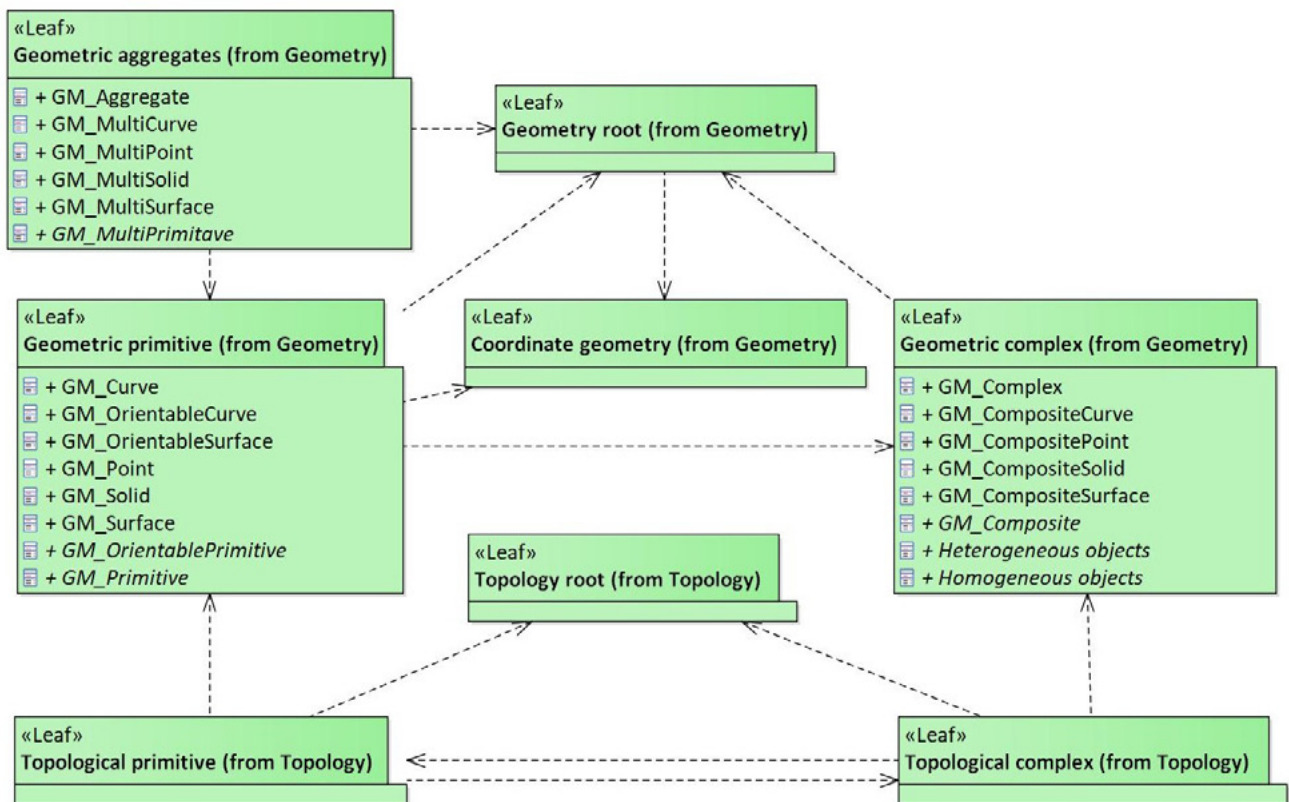


Рис. 4.13. UML діаграма залежностей геометрії [15]

Основні класи геометрії у просторовій схемі це: корінь геометрії, агрегація геометрії, геометричний комплекс, геометричний примітив, координатна геометрія. Зазвичай для моделювання даних використовуються геометричні примітиви, агреговані та комплексні об'єкти.

Усі прямі позиції мають на увазі координати об'єкта, визначені в цьому стандарті через інтерфейси, мають бути в системі координат геометричного об'єкта, до якого звертаються. Усі елементи геометричного комплексу, складеного чи агрегованого об'єкта мають бути пов'язані з тією самою системою координат.

Геометричні комплекси **GM_Complex** використовують для подання просторових характеристик об'єктів як сукупностей пов'язаних геометричних примітивів.

Приклад **GM_Composite**: Гідрографічна мережа складається з лінійних гідрографічних об'єктів, наприклад, річки.

GM_Aggregate, GM_MultiPrimitive: об'єкти лінії електропередач – сукупність двох типів геометричних об'єктів: окремо опори, які підтримують дроти, і власне лінію дроту.

Чим дрібніше масштаб топографічної карти, тим кількість комплексних об'єктів більша. В базах топографічних даних класи об'єктів, які утворюють складні ієрархічні структури, необхідно подавати у вигляді комплексних об'єктів (рис. 4.14). Наприклад, мережа доріг може бути подана у вигляді комплексу кривих, що утворюють планарний граф.

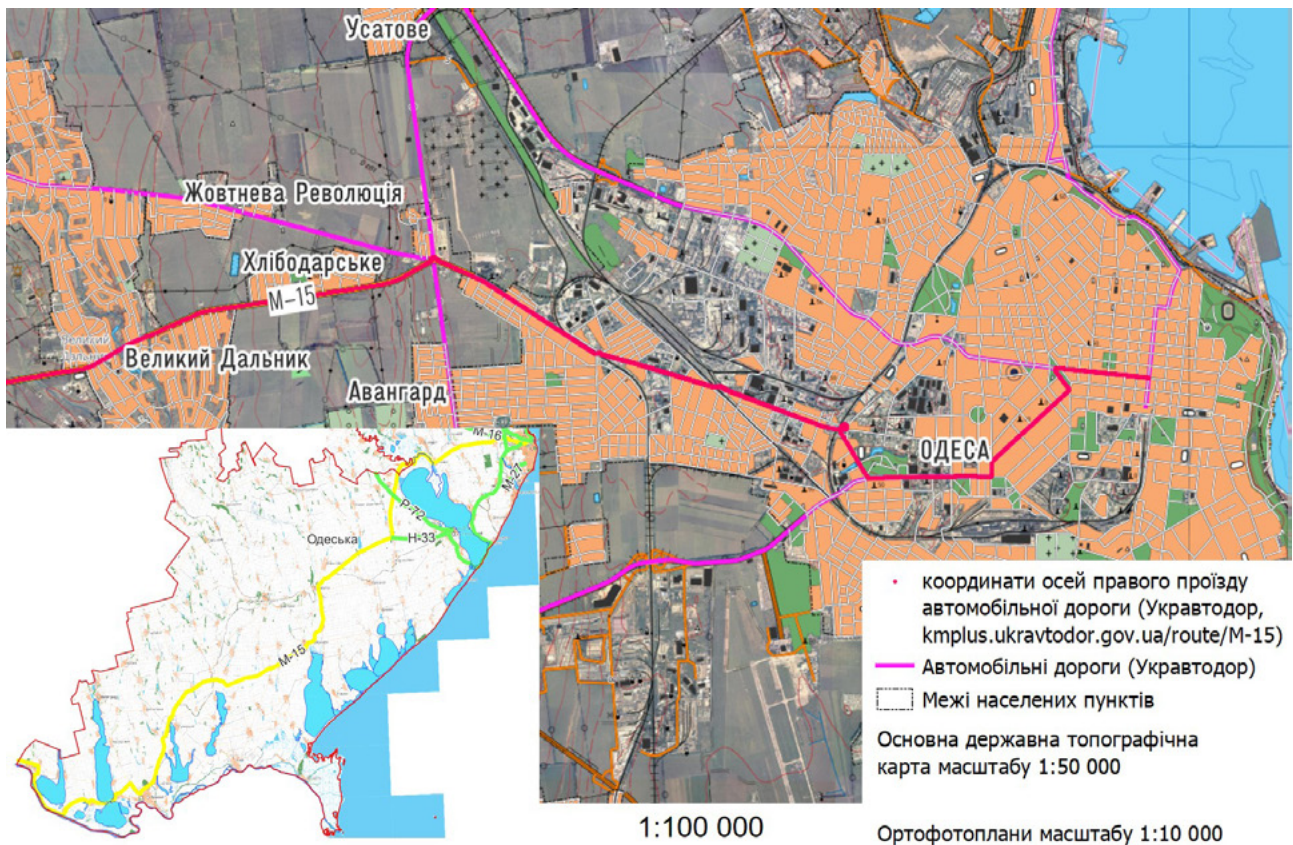


Рис. 4.14. Приклад автомобільної дороги державного значення загального користування (міжнародна) М-15 Одеса – Рені – кордон із Румунією [https://doi.org/10.23939/istcgcap2022.95.113]

Якщо екземпляри класу **GM_Object** об'єднано в іншому **GM_Object** (такому як **GM_Aggregate** або **GM_Complex**), що може мати свою систему координат, то ці елементи перебувають у тій самій системі координат, якщо інакше не визначено.

У пакета геометрії є кілька внутрішніх пакетів, які виокремлюють примітивні геометричні об'єкти, агрегати й комплекси, у яких складніша внутрішня структура, ніж проста агрегація. Усі класи через кореневий клас **GM_Object** успадковують додаткову асоціацію з референційною системою координат.

Класи **GM_Object** та **GM_Primitive** є абстрактними в тому розумінні, що жодний об'єкт чи структура даних прикладної схеми не можуть реалізовувати їх екземплярами безпосередньо. Екземпляри цих класів мають бути екземплярами одного з їхніх неабстрактних підтипів, таких як **GM_Point**, **GM_Curve** або **GM_Surface**. Це не стосується класу **GM_Complex**, який може бути безпосередньо визначено в прикладній схемі, та не обов'язково має бути екземпляром одного з неабстрактних підкласів **GM_Composite**.

Геометричний об'єкт має бути об'єднанням координатної геометрії та референційної системи координат.

У всіх операціях усі геометричні обчислення має бути виконано в референційній системі координат першого геометричного об'єкта, до якого звертаються, що є звичайним об'єктом, чій операції викликають.

GM_Object є кореневим класом таксономії геометричних об'єктів та підтримує загальний інтерфейс для всіх геометричних об'єктів. Екземпляри класу **GM_Object** – це об'єкти, описані наборами координат у певній референційній системі координат.

Пакет геометричних примітивів містить усі геометричні примітиви та підтримує всі типи даних, використовувані в описах їхніх границь.

HydroObject	
«featureType» ManMadeObject	
+	inspireId :Identifier
+	levelOfDetail :MD_Resolution [0..1]
«voidable, lifeCycleInfo»	
+	beginLifespanVersion :DateTime
+	endLifespanVersion :DateTime [0..1]
«voidable»	
+	condition :ConditionOfFacilityValue
+	geometry :GM_Primitive

Рис. 4.15. **GM_Primitive** у класі об'єктів **ManMadeObject** гідротехнічних споруд
[<https://v.gd/MDlwsV>]

HydroObject	
«featureType» SurfaceWater	
+	geometry :GM_Primitive
+	inspireId :Identifier
+	levelOfDetail :MD_Resolution [0..1]
«voidable, lifeCycleInfo»	
+	beginLifespanVersion :DateTime
+	endLifespanVersion :DateTime [0..1]
«voidable»	
+	localType :LocalisedCharacterString [0..1]
+	origin :OriginValue
+	persistence :HydrologicalPersistenceValue
+	tidal :Boolean

Рис. 4.16. **GM_Primitive** у класі об'єктів **SurfaceWater** поверхневих вод
[<https://v.gd/MDlwsV>]

HydroObject	
«featureType» HydroPointOfInterest	
+	inspireId :Identifier
+	levelOfDetail :MD_Resolution [0..1]
«voidable, lifeCycleInfo»	
+	beginLifespanVersion :DateTime
+	endLifespanVersion :DateTime [0..1]
«voidable»	
+	geometry :GM_Primitive

Рис. 4.17. **GM_Primitive** у класі об'єктів **HydroPointOfInterest** гідрографічних точок інтересу
[<https://v.gd/MDlwsV>]

GM_Primitive є абстрактним кореневим класом геометричних примітивів. Геометричний примітив **GM_Primitive** є геометричним об'єктом, що не розкладається на інші елементи в системі. На рис. 4.15 – 4.17 наведено приклади застосування геометричного примітиву у наборі даних INSPIRE «Гідрографія», а саме для типів об'єктів гідротехнічних споруд, поверхневих вод та гідрографічних точок інтересу. **GM_Primitive** описує також криві та поверхні, навіть якщо вони складаються із сегментів кривих і ділянок поверхні.

Геометричний композит **GM_Composite** – це підпакет геометричного комплексу, який має всі властивості геометричного примітива, за винятком того, що він складається з дрібніших геометричних примітивів одного виду. Наприклад, у базі топографічних даних гідрографічна мережа складається з лінійних гідрографічних об'єктів, таких як річки, струмки, водотоки (рис. 4.18).

Повертаючись до набору даних «Земельні ділянки», то слід звернути увагу на просторову схему цього набору,



Рис. 4.18. Подання гідрографічної мережі у базі топографічних даних

тип об'єктів «Кадастрове зонування» використовує **GM_MultiSurface** мультиповерхню, межа земельної ділянки – кривою, а земельна ділянка – геометричний об'єкт (**GM_Object**) (рис. 4.19).

Корисність використання топології полягає в прискоренні виконання операцій обчислювальної геометрії та геопросторового аналізу. Метод, за допомогою якого цього досягають, полягає в установленні явних асоціацій між екземплярами об'єктів та екземплярами геометричних об'єктів[11, 17, 47].

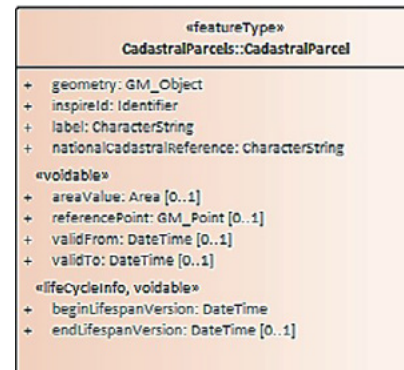


Рис. 4.19. Подання земельної ділянки як геометричний об'єкт **GM_Object**
<https://inspire-mif.github.io/uml-models/approved/html/>

На рис. 4.20 зображено пакети топології та залежності між ними. Слід зазначити, що зазвичай у прикладній схемі визначають пакети топології, що відповідають геометричним пакетам.

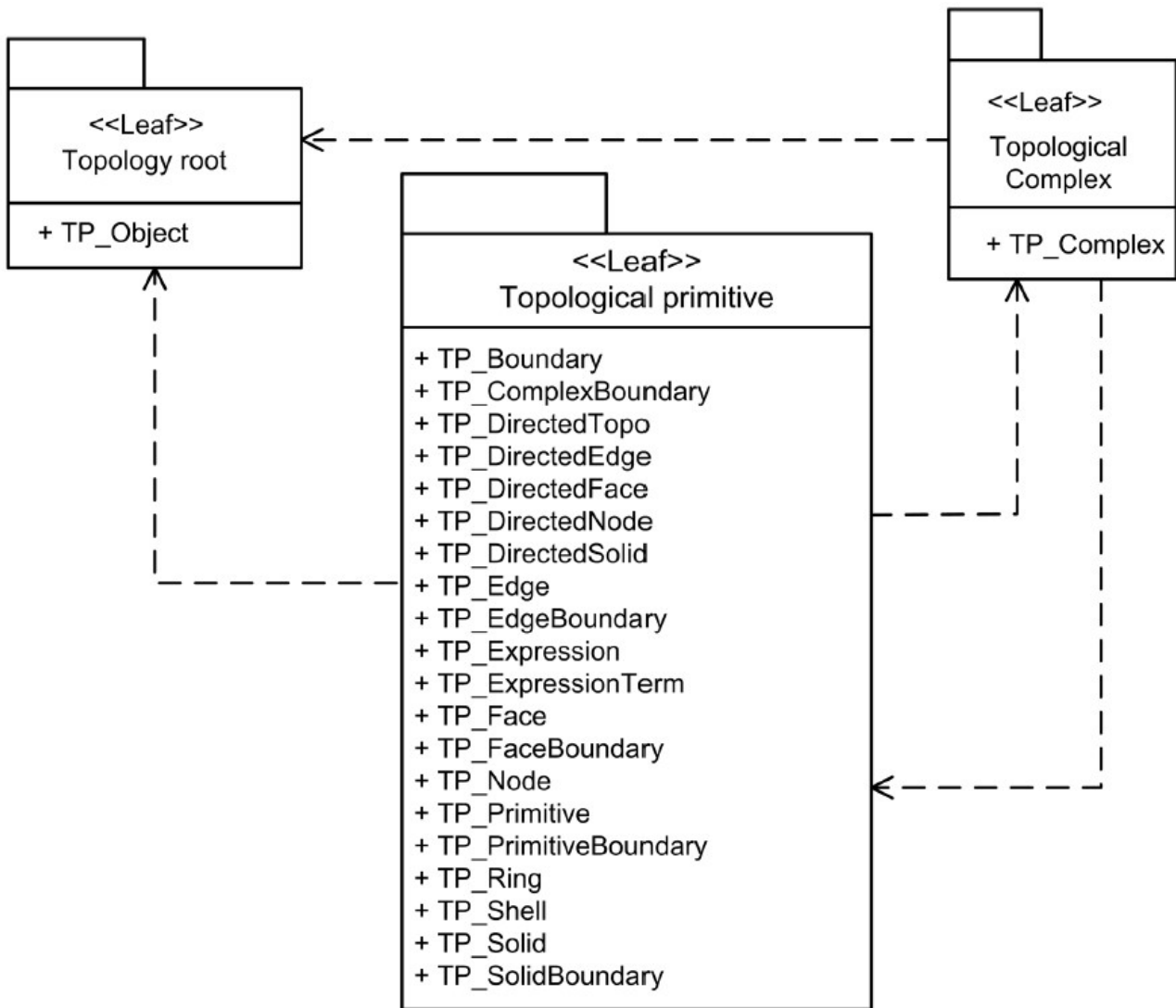


Рис. 4.20. Пакети топології, зміст класів та залежності [21]

4.2.4. Склад часової схеми та правила її моделювання

Час – це вимір, аналогічний будь-якому просторовому виміру.

Подібно до простору час має геометрію і топологію. Точка в часі займає положення, яке може бути визначено відносно системи відліку часу. Відстань може бути виміряно. Однак на відміну від простору час одновимірний. Часова система відліку аналогічна лінійним системам відліку. Часова схема містить основні елементи для опису часових атрибутів згідно з ДСТУ ISO 19108 (ISO 19108:2002/Cor 1:2006, IDT) Географічна інформація. Часова схема [16, 21, 52].

На рис. 4.21 подано концептуальну схему для опису часових аспектів географічної інформації.

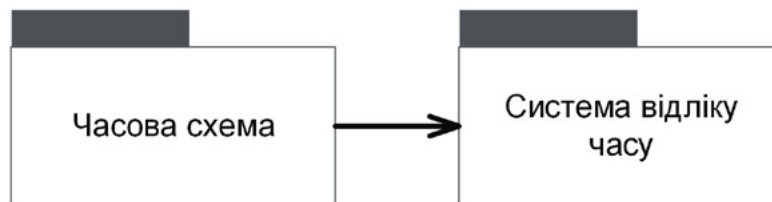


Рис. 4.21. Структура часової схеми [21]

Часова схема розглядає всі три класи. Схема складається з двох пакетів. Пакет «Часові об'єкти» визначає часові геометричні й топологічні об'єкти, які можуть використовувати як значення часових характеристик об'єктів та наборів даних (рис. 4.22) [16, 21, 52]. Часове положення об'єкта має бути наведено в системі відліку часу.

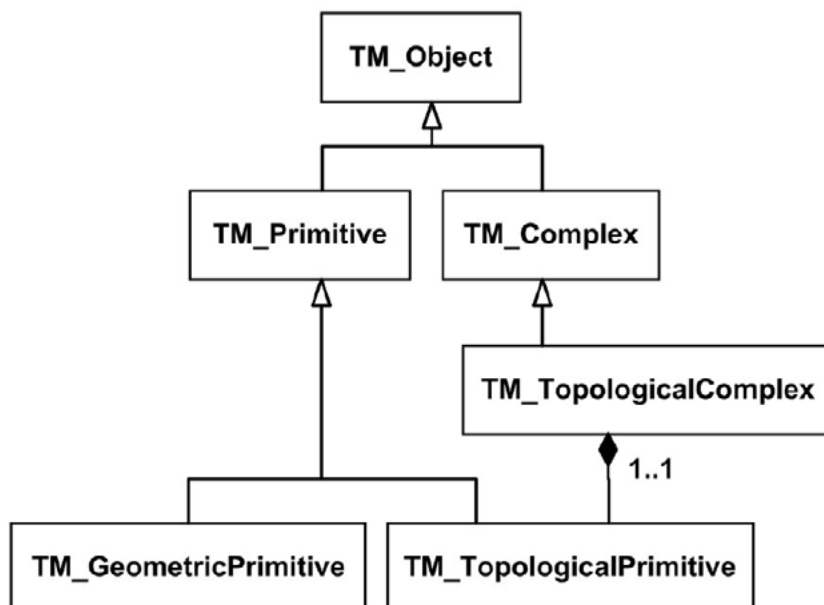


Рис. 4.22. Пакет «Часові об'єкти» [21]

Пакет «Система відліку часу» містить елементи для опису систем відліку часу (рис. 4.23).

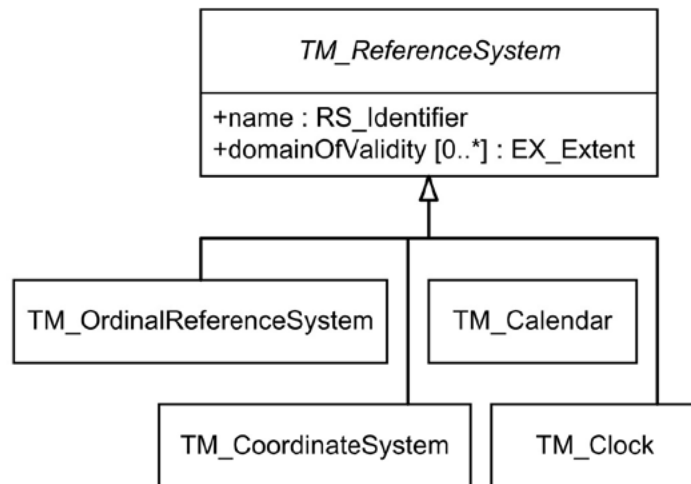


Рис. 4.23. Пакет «Система відліку часу» [21]

Важливий момент: ДСТУ ISO 8601 визначає використання Григоріанського календаря та 24-годинного місцевого або всесвітнього координованого часу UTC (Coordinated Universal Time) для обміну інформацією.

Це має бути основною системою відліку часу для використання географічної інформації. Для певних застосувань географічної інформації може бути доцільним використання інших систем відліку часу. У цьому разі каталог об'єктів або метадані, пов'язані з прикладною схемою, мають містити посилання на документ, що описує відповідну систему відліку часу, або власне опис системи.

4.2.5. Склад та геометрія покриття та правила його моделювання

У ДСТУ ISO 19123:2017 Географічна інформація. Схема для геометрії і функцій покриття (ISO 19123:2005, IDT) визначено класи моделей покриття, їхні атрибути, асоціації та операції. В цьому пункті розглянуто лише деякі визначення класів покриття, їхні атрибути та асоціації.

Покриття моделює просторові, часові або просторово-часові області, що характеризуються значеннями атрибутів, якщо типи атрибутів характеристик є загальними для всіх географічних точок усередині області. Область визначення покриття складається з набору точок у координатному просторі, які може бути визначено в термінах до трьох просторових вимірів, а також у часовому вимірі.

Приклади покриттів охоплюють растри, триангуляційні нерегулярні мережі, цифрові матриці висот місцевості, точкові та полігональні покриття. Покриття є переважною структурою даних у низці прикладних областей, таких як дистанційне зондування Землі, метеорологія та

відображення батиметрії, рельєф, ґрунти й рослинність. Покриття може відображати одиничний об'єкт або набір об'єктів.

Схема покриття складається із семи зв'язаних пакетів (рис. 4.24):

- 1) основний пакет покриття;
- 2) пакет дискретного покриття;
- 3) пакет гексагонального покриття;
- 4) пакет покриття полігонів Тіссена;
- 5) пакет триангуляційної нерегулярної мережі;
- 6) пакет сегментованого криволінійного покриття.

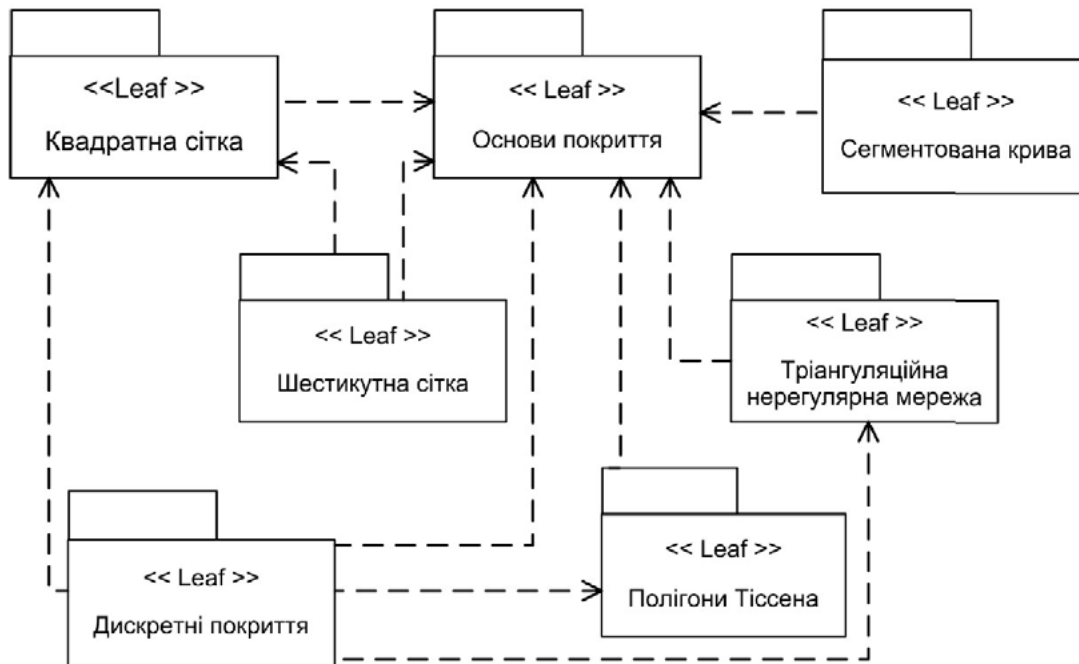


Рис. 4.24. Схема покриття [21]

Покриття – це об'єкт, що пов'язує позиції в обмеженому просторі (його домен) зі значеннями атрибутів характеристик (його діапазоном).

Інакше кажучи, це й об'єкт, і функція, яка моделює значення характеристик у будь-якій точці домену покриття на основі заданих значень його діапазону.

Домен у тривимірному координатному просторі може складатися з точок, кривих, поверхонь та суцільних тіл, а у двовимірному – з точок, кривих та поверхонь.

Діапазон покриття є набором значень атрибутів характеристик. Покриття може присвоїти кожній точці в області значення температури, тиску, вологості та швидкості вітру, наприклад, опівдні сьогодні на основі вимірених значень цих характеристик у певних точках (рис. 4.25). Покриття відображає кожну пряму позицію в області записом із чотирьох полів: три поля – для координатних значень, четверте поле – певна предметна характеристика.

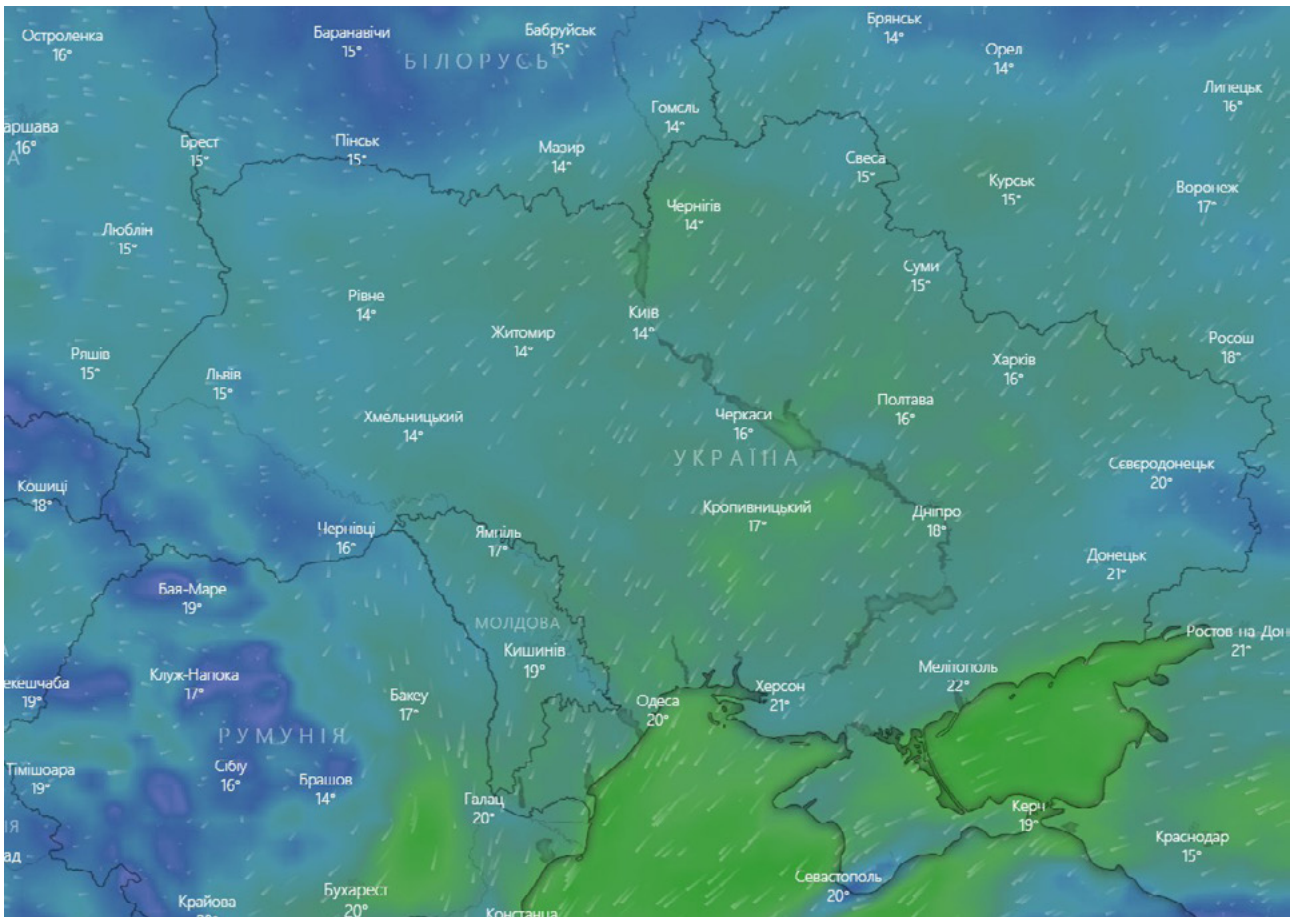


Рис. 4.25. Розподіл температур земної поверхні в Україні, 2023 р. [<https://v.gd/w2NdF6>]

Покриття бувають двох типів:

- дискретне;
- безперервне.

Дискретне покриття має домен, що складається зі скінченної колекції геометричних об'єктів та прямих позицій у межах цих об'єктів. Дискретне покриття відображає кожен геометричний об'єкт в одному записі значень атрибутів об'єкта. Геометричний об'єкт та пов'язаний з ним запис формує пару «геометрія–значення». Дискретне покриття може бути колекцією впорядкованих пар залежних та незалежних змінних. Кожна незалежна змінна є геометричним об'єктом, а кожна залежна змінна є записом значень атрибутів об'єкта.

Наприклад, покриття, що представляє типи ґрунтів у вигляді полігонів, є дискретним покриттям (рис. 4.26).

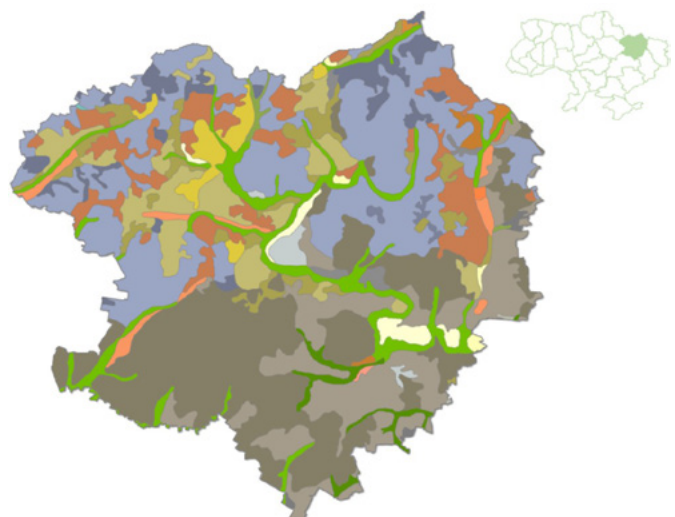


Рис. 4.26. CV_DiscreteSurface Coverage, типи ґрунтів Харківської області [<https://geomap.land.kiev.ua/obl-19.html>]

Відповідно до вимог стандарту ДСТУ 8774:2018 просторовий домен дискретного покриття має містити геометричні об'єкти одного типу й ці об'єкти не повинні перекриватися.

Безперервне покриття має домен, що складається з набору прямих позицій координатного простору. Безперервне покриття відображається прямими позиціями із записами значень [15, 21]. Отже, дотримання технологічної схеми моделювання геопросторових даних дозволить забезпечити інтероперабельність наборів геопросторових даних та мати задокументовану прикладну схему, яка може бути як окремий документ існувати, або у складі специфікації.

Загальна об'єктна модель згідно з ДСТУ 8774:2018 визначає структуру для класифікації об'єктів, яку потрібно враховувати під час розроблення прикладної схеми за допомогою мови UML. Для подання геометрії у прикладній схемі набору геопросторових даних слід використовувати просторову схему відповідно до ДСТУ 8774:2018.

На прикладах наборів INSPIRE розглянуто подання просторової схеми у прикладній схемі набору «Земельні ділянки».

Відповідно до ДСТУ ISO 8601 держателям та виробникам геопросторових даних слід використовувати Григоріанський календар та 24-годинний місцевий або всесвітній координований час UTC (Coordinated Universal Time) для обміну інформацією. Якщо є потреба в інших системах відліку часу, то обов'язково вказується у метаданих та специфікації посилання на іншу систему та на документ, яким встановлено її використання у наборі.

4.3. Концептуальне моделювання інструментальними засобами з використанням мови UML

Новостворені геоінформаційні продукти повинні відповідати вимогам 14 національних стандартів ДСТУ ISO 19100 “Географічна інформація/Геоматика”, гармонізованих з однойменними міжнародними стандартами серії ISO 19100, прийнятих в Україні Державним підприємством “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” (ДП “УкрНДНЦ”) наказом №226 від 14 серпня 2017 року та національному профілю стандартів ДСТУ 8774:2018 “Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних”, прийнятого Наказом ДП “УкрНДНЦ” № 158 від 11 червня 2018 р. і набув чинності 1 липня 2019 року. Основною технологічною мовою моделювання систем у зазначених вище стандартах є Уніфікована мова моделювання (Unified Modeling Language – UML).

Етапи створення бази геопросторових даних виконуються різними нотаціями, а трансформація між ними не завжди виконується автоматично, що супроводжується збільшенням кількості файлів різних форматів, складністю збереження концептуальної моделі бази геопросторових даних і відстеження помилок під час її імпорту/експорту, а також можливою втратою даних. Концепцію модельно-керованої архітектури дотримано у сучасних CASE-засобах візуального проектування, переваги та недоліки яких розглянуто у цьому навчальному посібнику.

4.3.1. Загальні відомості про мову UML

Уніфікована мова моделювання (англ. Unified Modeling Language – UML) – це універсальна графічна мова для об’єктно-орієнтованого моделювання у сфері розроблення програмного забезпечення.

UML включає в себе множину методів графічних нотацій для створення візуальних моделей переважно об’єктно-орієнтованих програмних систем. Вона була розроблена Граді Бучем, Іваром Якобсоном і Джеймсом Рамбо у компанії Rational Software в 1990 році, та схвалена Object Management Group (OMG) у 1997 році. У 2000 UML також схвалена Міжнародною організацією стандартизації (ISO) як галузевий стандарт для моделювання в серії міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика». UML версії 2.4.1 є міжнародним стандартом під номером ISO 19505:2012. UML включає 14 діаграм, які поділяють на 3 області за призначенням: діаграми структури, поведінки, взаємодії.

Географічна інформація, геопросторові дані описуються за допомогою 3 основних типів діаграм структури [14, 21, 52]:

- 1) **діаграми пакетів**, які показують пакети і зв'язки між ними;
- 2) **діаграми класів**, які показують класи та асоціації між ними. Діаграма класів показує назви та атрибути класів.
- 3) **діаграми об'єктів**, які можуть відображати реальні екземпляри, які описують реальний світ.

У цьому навчальному посібнику розглянуто перші дві діаграми.

Пакет UML є контейнером для групи елементів і представлений папкою з вкладками на діаграмах пакетів.

Залежності пакетів показують, що класи в одному пакеті потребують класів з іншого пакету (рис. 4.27). Це показано пунктирною стрілкою, яка вказує на пакет, від якого залежить інший пакет.

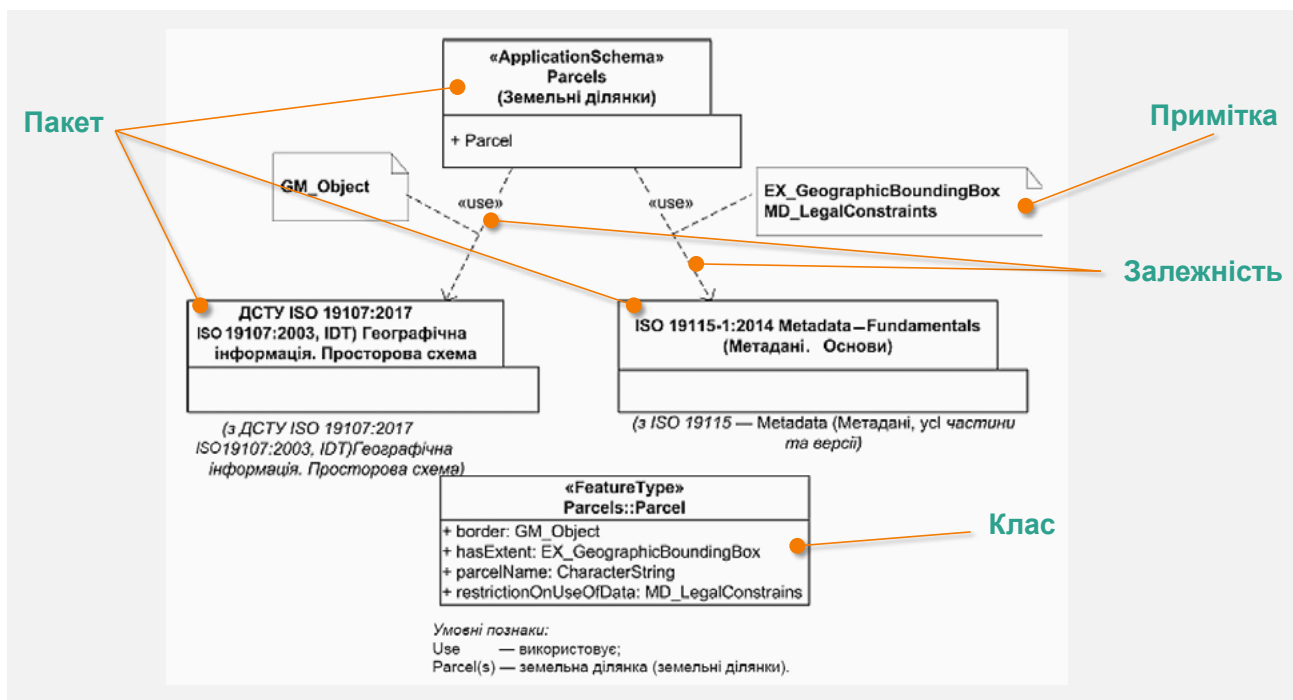


Рис. 4.27. Приклад внесення метаданих як даних до прикладної схеми [21]

Діаграма класів є основним конструктивним блоком об'єктно-орієнтованого моделювання.

Вона використовується як для загального концептуального моделювання в системотехніці програмного забезпечення, так і для детального моделювання при переведенні моделей у програмний код. Діаграми класів також можуть бути використані для моделювання даних.

Класи у таких діаграмах представляють як основні об'єкти і відношення бази даних, так і класи, що мають бути запрограмовані. Концептуальні діаграми класів зазвичай є початковим етапом стадії аналізу.

Об'єкт – це концепція, абстракція або річ, яка має значення для прикладної сфери.

Класи – це групи об'єктів, які мають спільні характеристики або атрибути. Об'єкт є екземпляром класу об'єктів. Діаграми класів забезпечують нас правилами нотацій для визначення об'єктів та їх атрибутів, а також зв'язків між класами об'єктів. Діаграма класів має структурний характер і призначена для подання класів, що розробляються для систем [14, 21, 52].

4.3.2. UML-нотації: елементи та їх призначення

Концептуальні схеми в стандарті ДСТУ 8774:2018 описані за допомогою уніфікованої мови моделювання (UML), подано відповідно до стандарту ISO/IEC 19501 Information technology – Open Distributed Processing – Unified Modeling Language (UML). Назви всіх елементів наведено українською мовою та англійськими позначками, оскільки ці позначки є складовими мови UML, які застосовують у визначеннях елементів в UML-діаграмах. Багатослівні англійські позначки подано нерозривною послідовністю символів, в якій кожне слово починається з великої літери, наприклад: FeatureType [21, 52].

Клас призначено для опису множини об'єктів, що мають спільні властивості в одній або кількох прикладних схемах. Клас складається з двох частин – заголовка з назвою класу і тіла з описом його полів – Атрибутів і методів – Операцій. В UML клас описують трьома властивостями: атрибутами, операціями та ролями асоціацій.

Клас подається як рамка, яка містить три секції (рис. 4.28). У верхній секції зазначено стереотип та назву класу, другу секцію використовують для подання атрибутів класу. Третю секцію призначено для опису операцій, виконуваних класом.

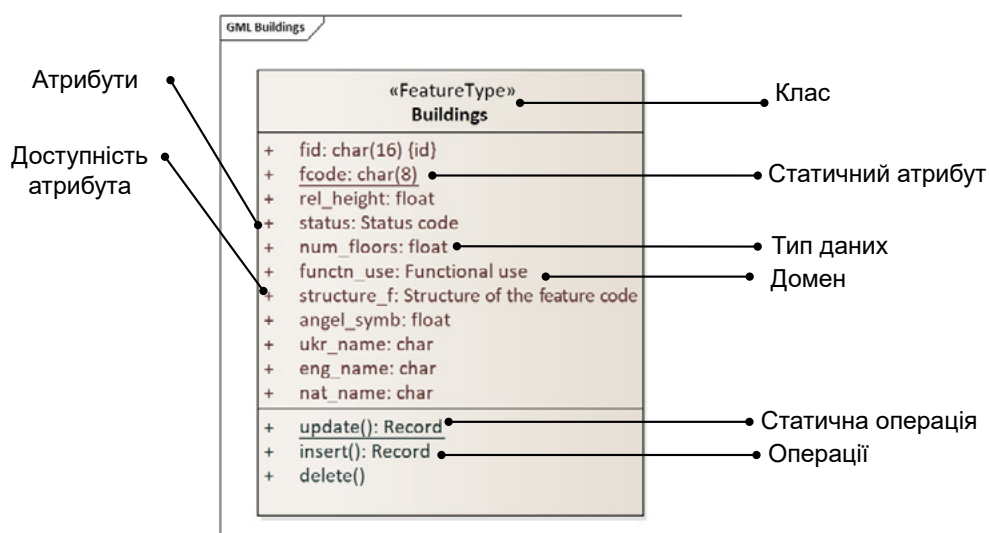


Рис. 4.28. Опис елементів класу

Абстрактні класи позначаються нахиленим написанням заголовку (рис. 4.29).

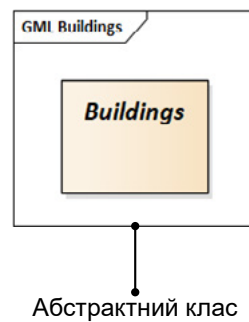


Рис. 4.29. Приклад абстрактного класу

Правила подання атрибута [21, 52]:

- 1) **Видимість (Visibility)** (або доступність) означає, чи є атрибут видимим та чи можна на нього посилатись з інших елементів. У деяких випадках видимість може не визначатись. Знак «-» означає, що атрибут є приватним (private). Знак «+» означає, що атрибут є публічним (public). Знак «#» означає, що атрибут є захищеним (protected).
- 2) Після імені слід вказувати тип атрибута. **Назва (Name)** ідентифікує атрибут. Наприклад, status.
- 3) **Кратність (Multiplicity)** (множинність, валентність) визначає діапазон можливої кількості елементів, які може мати набір. Кратність [a..b] визначає значення, яке може бути будь-яким цілим числом, не меншим за a та не більшим за b. Кратність [a..a] дорівнює [a]. Наприклад, 2 – кратність дорівнює двом; 0..1 – кратність 0 або 1; 1..* – кратність 1 або більше.
- 4) **Тип (Type)** – це тип даних значення атрибута. Наприклад, char.

Під операціями в термінології UML розуміються методи, властивості, індексатори тощо.

Операції також записуються із зазначенням області видимості, імені та типу, що повертається. Однак для них також вказується перелік прийнятих значень.

Статичні атрибути і операції записуються з підкресленням.

Асоціація (Associate). Найбільш широко використовувана зв'язок між класами. Асоціації – це відношення, або зв'язки, між класами об'єктів у моделі. Зв'язки в діаграмі класів відображають лінією між класами. Асоціація може мати назву, а цільові класи, що зв'язуються асоціацією, – назви ролей. Вона має досить широке значення і може означати, наприклад, наступне: один клас здійснює взаємодію з іншим будь-яким чином. Асоціації бувають кількох типів. Найпростішим та найбільш поширеним типом є проста асоціація, що відображається лінією, розрізняють також складніші типи асоціації: агрегація, композиція, успадкування (рис. 4.30).

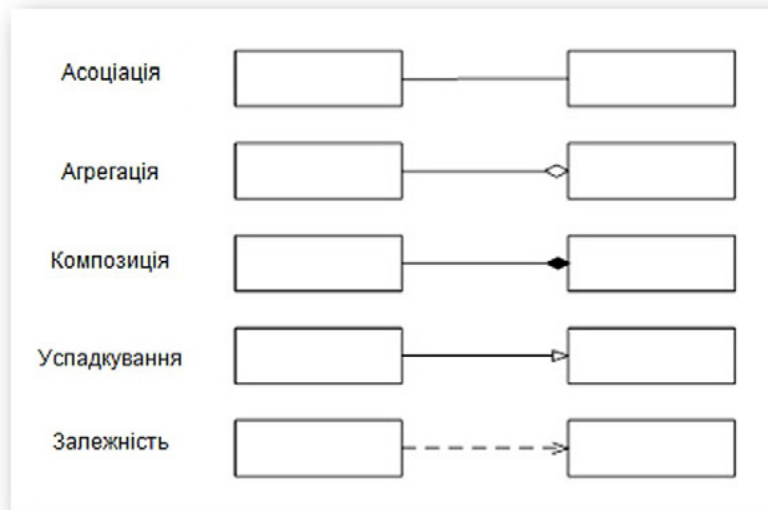


Рис. 4.30. Типи асоціації

Генералізація або успадкування (Generalize) позначається прямою лінією з трикутником у кінці. Успадкування визначає новий клас (підклас), який може містити нові атрибути й асоціацію з уже визначеним класом (суперкласом). Підклас повністю узгоджується із суперкласом (він успадковує всі його властивості, атрибути й асоціації).

На прикладі показано, що два класи є спадкоємцями абстрактного класу.

Реалізація (Realize) – означає, що даний клас реалізує даний інтерфейс, та позначається пунктирною лінією з трикутником у кінці.

Композиція – це тип асоціації, що моделює відношення частини до цілого, але на відміну від агрегації частини більш обмежені цілим.

Композиція (Compose) – означає, що об'єкти одного класу можуть бути включені в об'єкти іншого класу і при цьому цей вкладений об'єкт може знаходитися тільки в одному об'єкті-контейнері. Якщо об'єкт контейнер вилучається, то вкладений об'єкт теж вилучається.

Агрегація – це тип асоціації, що моделює відношення частини до цілого, тобто цілісний об'єкт складається з набору частин, частини можуть об'єднуватися в ціле і виходити з нього, а також можуть бути частиною більш ніж одного цілого. Тобто об'єкт певного класу є сукупністю кількох частин з іншого класу.

Агрегація (Aggregate) – означає, що об'єкти одного класу можуть бути включені в об'єкти іншого класу і при цьому цей вкладений об'єкт може знаходитися в декількох об'єктах-контейнерах. Якщо об'єкт контейнер вилучається, то вкладений об'єкт не вилучається.

Деякі стереотипи визначено в стандарті UML, інші можуть бути визначені користувачем. Далі наведено опис стереотипів.

Прикладна схема (<<ApplicationSchema>>) – це стереотип пакета, який описує прикладну схему (рис. 4.31).

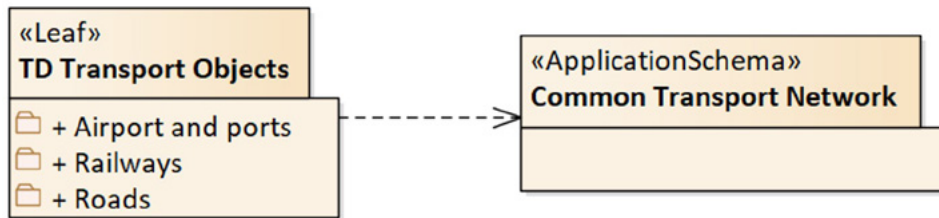


Рис. 4.31. Прикладна схема

Класифікатор («CodeList») – гнучкий перелік (flexible enumeration), у якому використовують текстові значення через зв'язування типу ключа словника та повертають значення як текстові типи (рис. 4.32) [21, 52]. Наприклад, словник (Integer, GM_Point). Якщо перелік елементів є фіксованим, то потрібно застосовувати enumeration; якщо відомі тільки ймовірні значення елементів переліку, то використовують CodeList (класифікатор).

Тип даних («DataType») – це ознака набору значень, які не мають ідентичності (незалежне існування та ймовірність небажаних ефектів) (рис. 4.33) [21, 52]. Типи даних охоплюють основні визначені типи і типи, визначені користувачами.

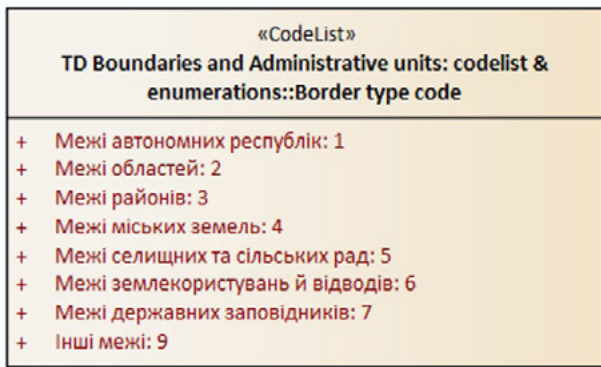


Рис. 4.32. Класифікатор

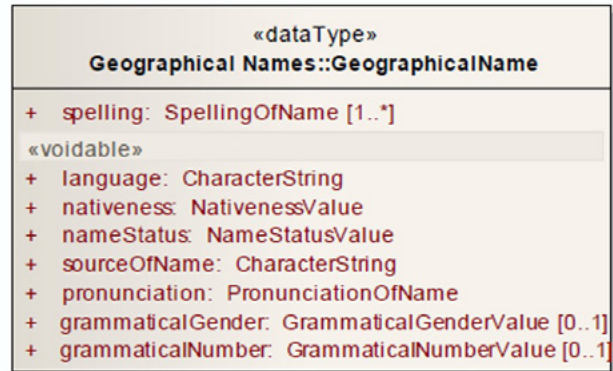


Рис. 4.33. Тип даних

Перелік (Enumeration) – тип даних, екземпляри якого формують перелік названих буквених значень (рис. 4.34) [21, 52].

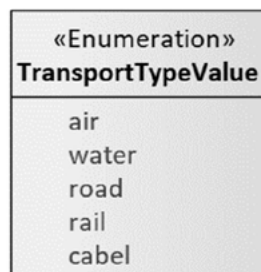


Рис. 4.34. Перелік

Назва та буквені значення переліку оголошені. Перелік – це короткий список широковідомих потенційних значень в межах класу [21, 52].

4.3.3. Аналітичний огляд інструментальних засобів для розробки UML-діаграм класів об'єктів

Rational Rose

Серед всіх фірм-виробників CASE-засобів саме компанія IBM Rational Software Corp. (до серпня 2003 року – Rational Software Corp.) одна з перших усвідомила стратегічну перспективність розвитку об'єктно-орієнтованих технологій аналізу та проектування програмних систем.

Ця компанія виступила ініціатором уніфікації мови візуального моделювання в рамках консорціуму Object Management Group (OMG), що, в кінцевому підсумку, призвело до появи перших версій мови UML. І ця ж компанія першою розробила інструментальне об'єктно-орієнтоване CASE засіб, в якому було реалізовано мову UML як базову нотацію візуального моделювання.

Усе це зумовило функціональні можливості системи та її провідну роль серед аналогів на ринку інструментальних засобів аналізу і проектування.

Нині IBM Rational Rose (рис. 4.35) є інтегрованим засобом проектування архітектури, аналізу, моделювання та розробки інформаційних систем.

Переваги програмного засобу: можливість формувати XML-файл на основі розробленої UML-діаграми, за допомогою розширень є можливість створення SQL-файлу для реалізації бази даних.

Недоліки програмного засобу: відсутня можливість формування каталогу об'єктів, не передбачена можливість документування діаграм, прикладної схеми, відсутня можливість створення GML-файлу [5].

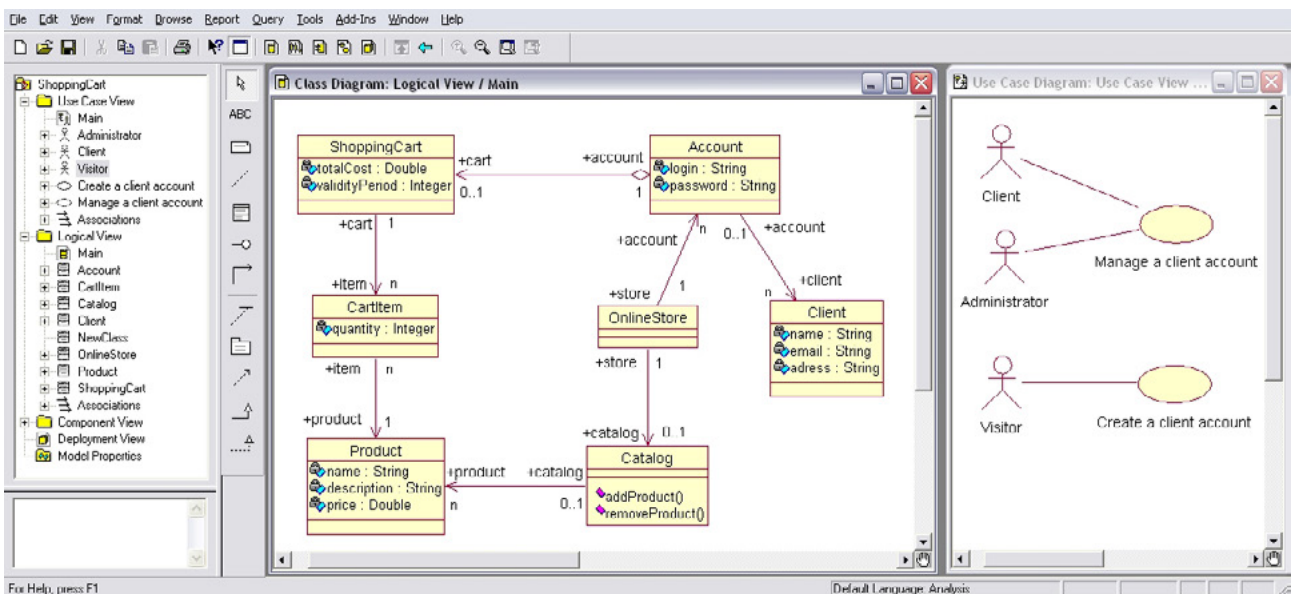


Рис. 4.35. Інтерфейс Rational Rose

Object Modeling Technique for Geographic Applications (OMT-G) Designer

OMT-G – це модель даних для розробки баз геопросторових даних (рис. 4.36). OMT-G надає примітиви для моделювання геометричної форми та розташування географічних об'єктів, підтримки просторових і топологічних зв'язків, структур «ціле-частина», мереж. Основні сильні сторони моделі включають її графічну виразність і компактність, оскільки текстові анотації замінені піктограмами та символами, що вказують на явні зв'язки, які здатні позначати динамічний характер взаємодії між просторовими та непросторовими об'єктами. З моделі також можна вивести обмеження цілісності. OMT-G використовує три основні стереотипи: класи, асоціації та обмеження.

Переваги програмного засобу: ліцензія з відкритим кодом, завантаження і збереження у форматі XML, є можливість створення SQL-файлу для реалізації бази даних, можливість формування каталогу об'єктів, передбачена можливість документування діаграм, прикладної схеми.

Недоліки програмного засобу: відсутня можливість створення GML-файлу, відсутня можливість документування, обмежений вибір діаграм, лише діаграма класів [79].

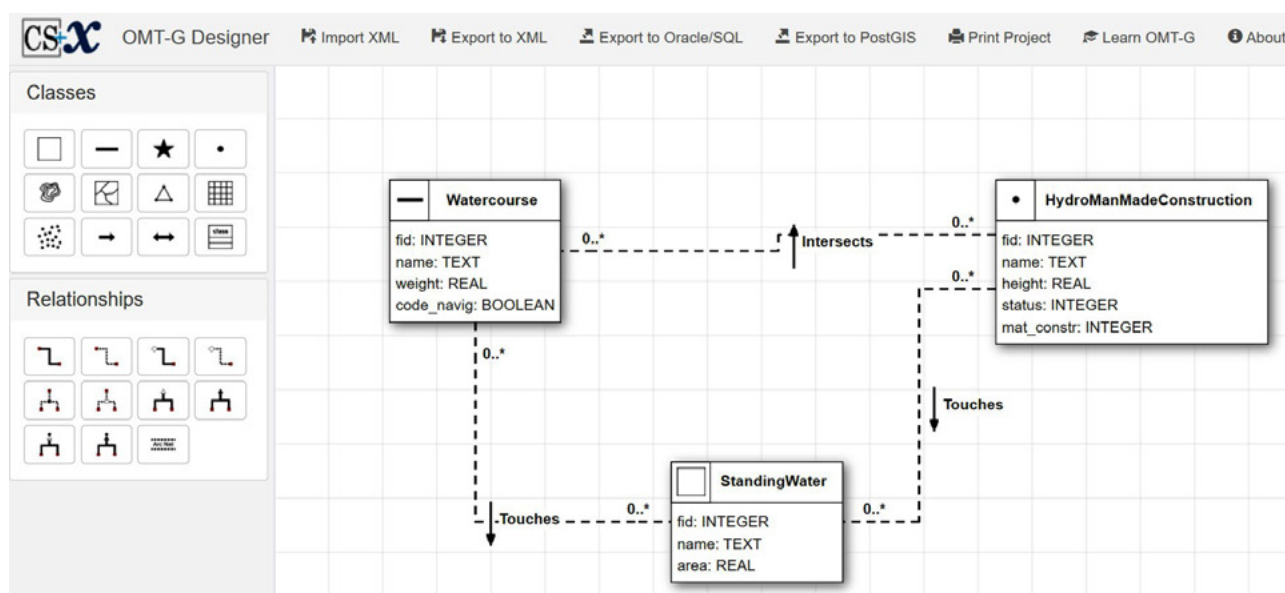


Рис. 4.36. Інтерфейс Object Modeling Technique for Geographic Applications

Enterprise Architect

Перший інструмент UML, який представив всебічну підтримку UML 2 у квітні 2004 року, і він новий підтримує всі моделі та схеми UML 2.5, що дає змогу моделювати бізнес-процеси, веб-сайти, користувацькі інтерфейси, мережі, конфігурації обладнання, повідомлення та багато іншого (рис. 4.37). На додаток до UML, Enterprise Architect також підтримує найновіші специфікації моделювання бізнес-процесів (BPMN) та мови моделювання систем (SysML).

Переваги програмного засобу: можливість формувати XML-файл на основі розробленої UML-діаграми, є можливість створення SQL-файлу для реалізації бази даних, можливість формування каталогу об'єктів, передбачена можливість документування діаграм, прикладної схеми, є можливість створення GML-файлу (наявні нотації для формування файлу такого формату).

Недоліки програмного засобу: недешева (13 000 – 40 000 грн. станом на лютий 2023 р.), потребує додаткового навчання користувача для використання програмного засобу на повну потужність [69].

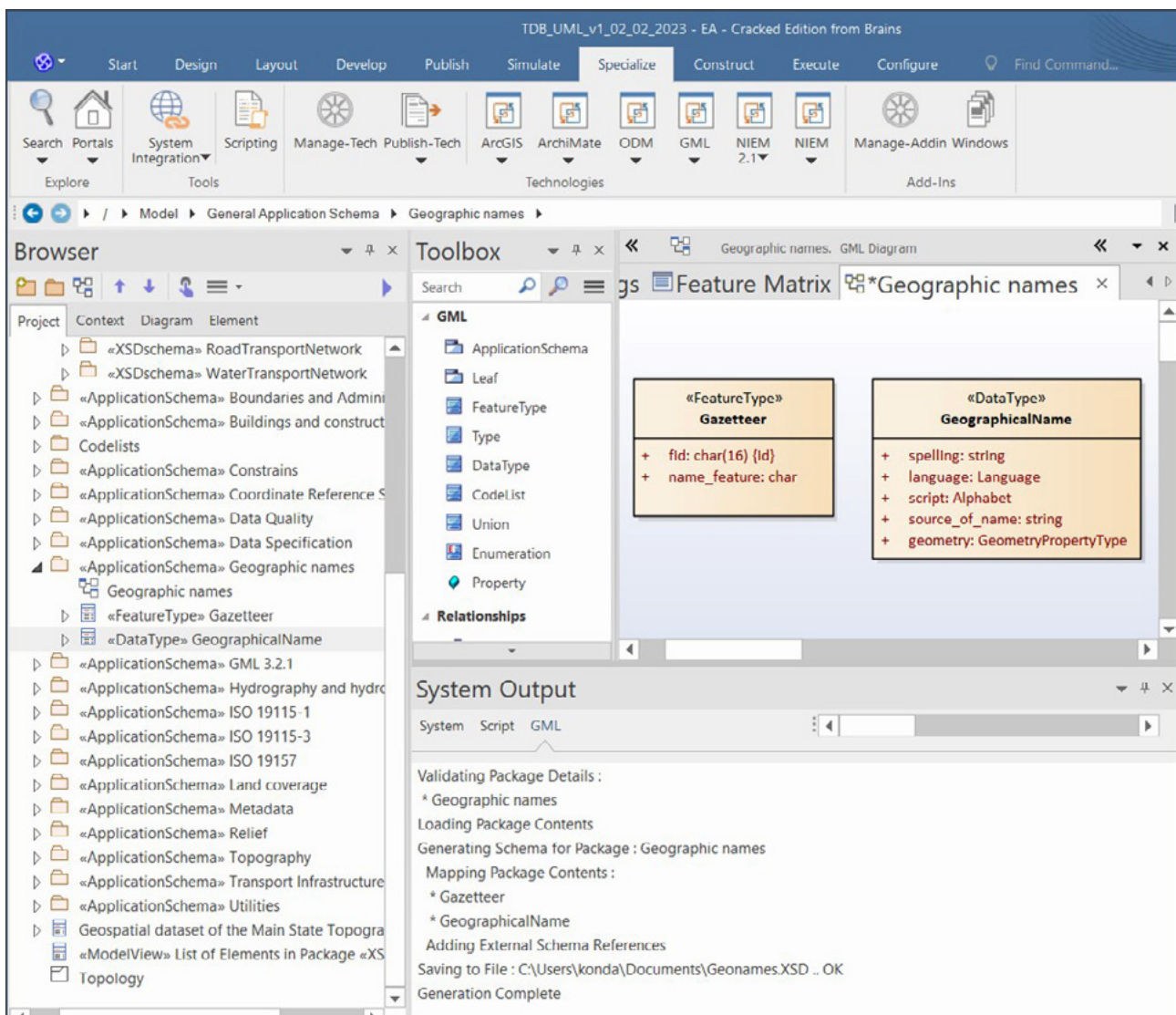


Рис. 4.37. Інтерфейс Enterprise Architect

Dia

Кросплатформенний вільний редактор діаграм, може використовуватись для створення різних видів діаграм: блок-схем алгоритмів програм, деревоподібних схем, статичних структур UML, баз даних, потокових діаграм, мережевих діаграм та інших (рис. 4.38).

Переваги програмного засобу: ліцензія з відкритим кодом, завантаження і збереження у форматі XML, за допомогою розширень є можливість створення SQL-файлу для реалізації бази даних, можливість формування каталогу об'єктів, передбачена можливість документування діаграм, прикладної схеми.

Недоліки програмного засобу: відсутня можливість створення GML-файлу, відсутня можливість формування каталогу об'єктів [66].

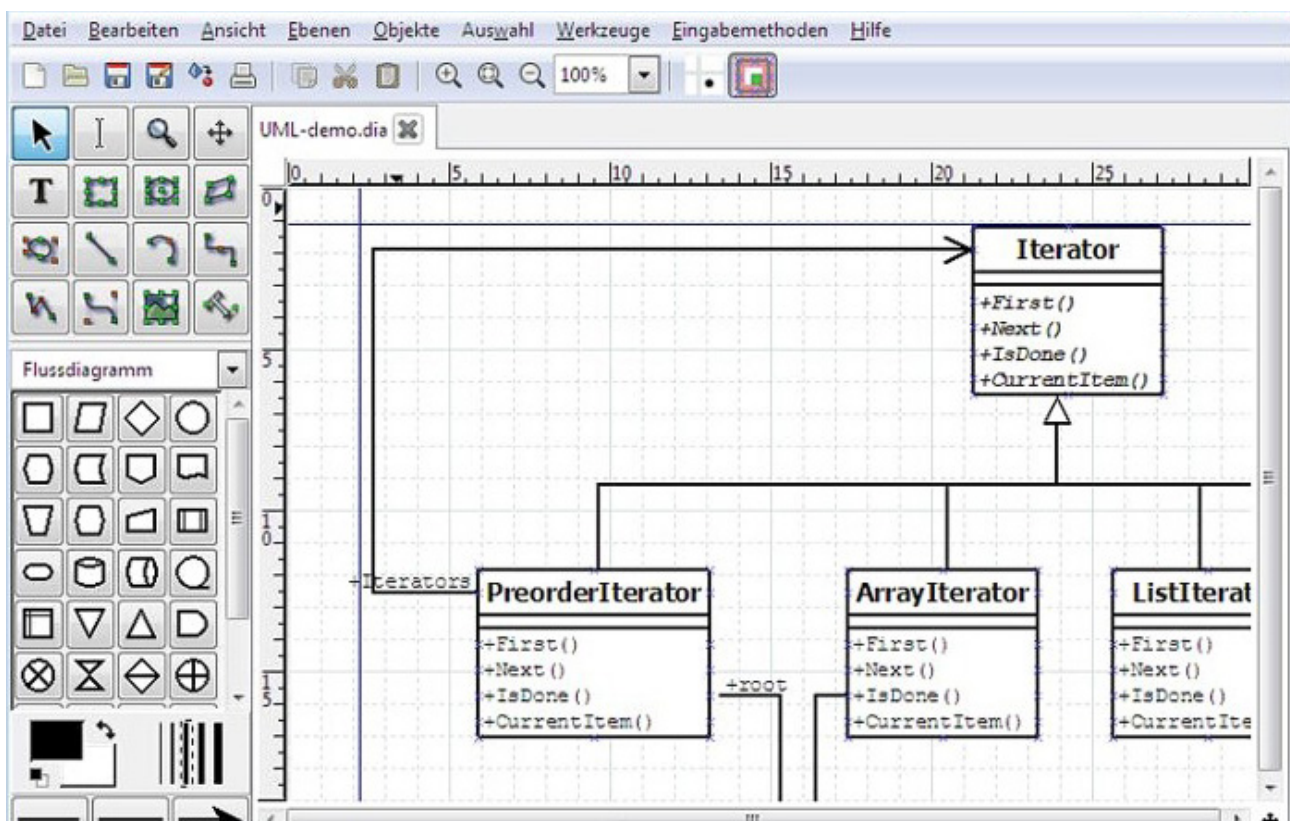


Рис. 4.38. Інтерфейс Dia

Feature Manipulation Engine (FME)

Один із вдалих прикладів використання прикладних схем є програмний засіб, який призначений для роботи з геопросторовими даними на всіх трьох рівнях їх моделювання, розробленою та підтримуваною компанією Safe Software з Британської Колумбії, Канада (рис. 4.39).

FME використовує прикладні схеми для трансформації, конвертування та інтеграції даних. Проте він не є CASE-засобом для безпосереднього моделювання даних [70].

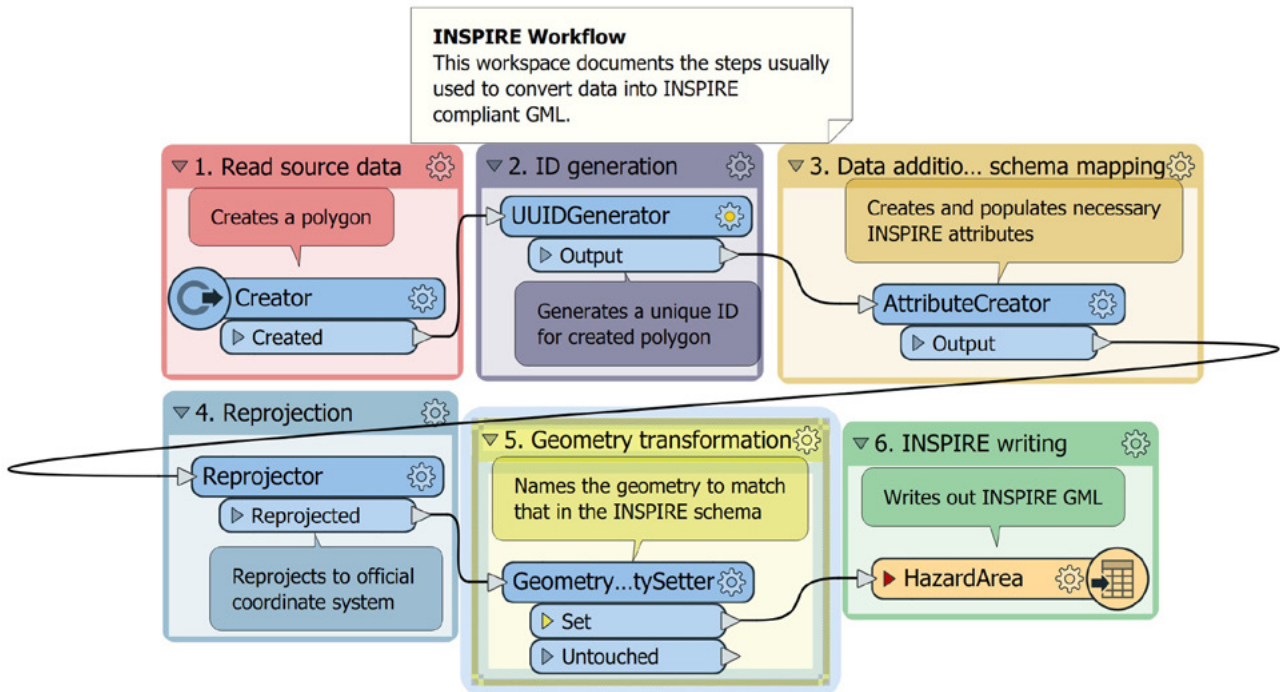


Рис. 4.39. Фрагмент моделі перетворення геопросторових даних до структури набору INSPIRE за допомогою Feature Manipulation Engine

У табл. 4.1 наведено зведений аналіз зазначених програмних забезпечень, які дозволяють скласти прикладну схему, та їх особливостей роботи.

Таблиця 4.1

Аналітичний огляд інструментальних засобів для розробки UML-діаграм класів об'єктів

НАЗВА	ВИРОБНИК	ПЛАТФОРМА	СТВОРЕННЯ UML ДІАГРАМ	ФОРМУВАННЯ КАТАЛОГУ ОБ'ЄКТІВ	СТВОРЕННЯ SQL (DDL)	СТВОРЕННЯ GML	МОЖЛИВІСТЬ ДОКУМЕНТУ- ВАННЯ	ПІДТРИМКА XML
Rational Rose	Rational Software Corporation	Windows, Sun SPARC stations (UNIX), Hewlett-Packard, IBM RS/6000	+	-	+(розширення)	-	-	+
MS Visio	Microsoft	Windows	+	+	+	+	+	-
Enterprise Architect	Sparx Systems	Windows	+	+	+	+	+	+
Dia	Alexander Larsson/ GNOME Office	Cross- platform	+	+	+(розширення)	-	+	-
StarUML [9]	MKLabs Co.,Ltd	Windows, MacOS, Linux	+	+	+(розширення)	-	+	+(JSON)
Object Modeling Technique for Geographic Applications (OMT-G) Designer	Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG	Web	+	+	+	-	-	+
Feature Manipulation Engine (FME)	Safe Software of British Columbia, Canada	Windows, MacOS, Linux	+	+	+	+	+	+

4.3.4. Досвід розроблення діаграм пакетів і класів об'єктів для моделювання типів об'єктів

За допомогою мови UML формалізовано прикладну схему набору геопросторових даних Основної державної топографічної карти масштабу 1: 50 000. Відношення між суперкласом набору ОДТК та прикладними схемами показано на рис. 4.40.

Основними аспектами моделей набору геопросторових даних Основної державної топографічної карти масштабу 1: 50 000 є [60]:

- **просторовий:** типи об'єктів розглядаються як об'єкти цифрової топографічної карти масштабу 1:50 000 на основі геометричних примітивів, як комплексні (або асоційовані) об'єкти, які можуть бути створені на основі взаємопов'язаних стандартизованих уніфікованих простих об'єктів або користувачем в залежності від поставленої мети або задачі; та як об'єкти моделі мережі;
- **часовий:** типи об'єктів мають часову характеристику, тобто інформацію про те, коли дані були введені, змінені або видалені в наборі даних;
- **тематичний:** залежно від тем, підтем або спеціалізацій можна визначати додатково типи об'єктів та їх характеристики за допомогою різних типів атрибутів і/або посилань на загальні або специфічні типи властивостей підтем.

Дев'ять прикладних схем формують цей набір та визначають типи об'єктів кожного пакету та підпакету. У свою чергу, ці типи об'єктів залежать від Загальної об'єктної моделі та Загальної моделі мережі, на основі якої вони моделюються.

Підпакети, назви яких починаються на TD, містять типи об'єктів реального світу відповідно до Загальної об'єктної моделі. Підпакети, назви яких починаються на TN, містять типи об'єктів топологічної мережі у відповідно до Загальної моделі мережі.

Пакети загальної прикиданої схеми передбачають власні більш деталізовані прикладні схеми. Слід зазначити, що прикладна схема містить також такі пакети як метадані, обмеження та якість даних, які доповнюють схему та беруть участь у моделюванні геопросторових даних.

Прикладна схема «Державний кордон України Адміністративно-територіальні одиниці, в тому числі їх межі» встановлює типи об'єкти, які використовуються для подання адміністративно-територіального устрою України з урахуванням чинного законодавства. Схема визначає три підпакети: ***TD Administrative units, TD State Boundary of Ukraine, TD Settlements***.

Прикладна схема «Будівлі та споруди» встановлює типи об'єкти, які використовуються для подання будівель та споруд як 2D моделі (контури). Схема визначає два підпакети: ***TD Buildings, TD Constructions***.

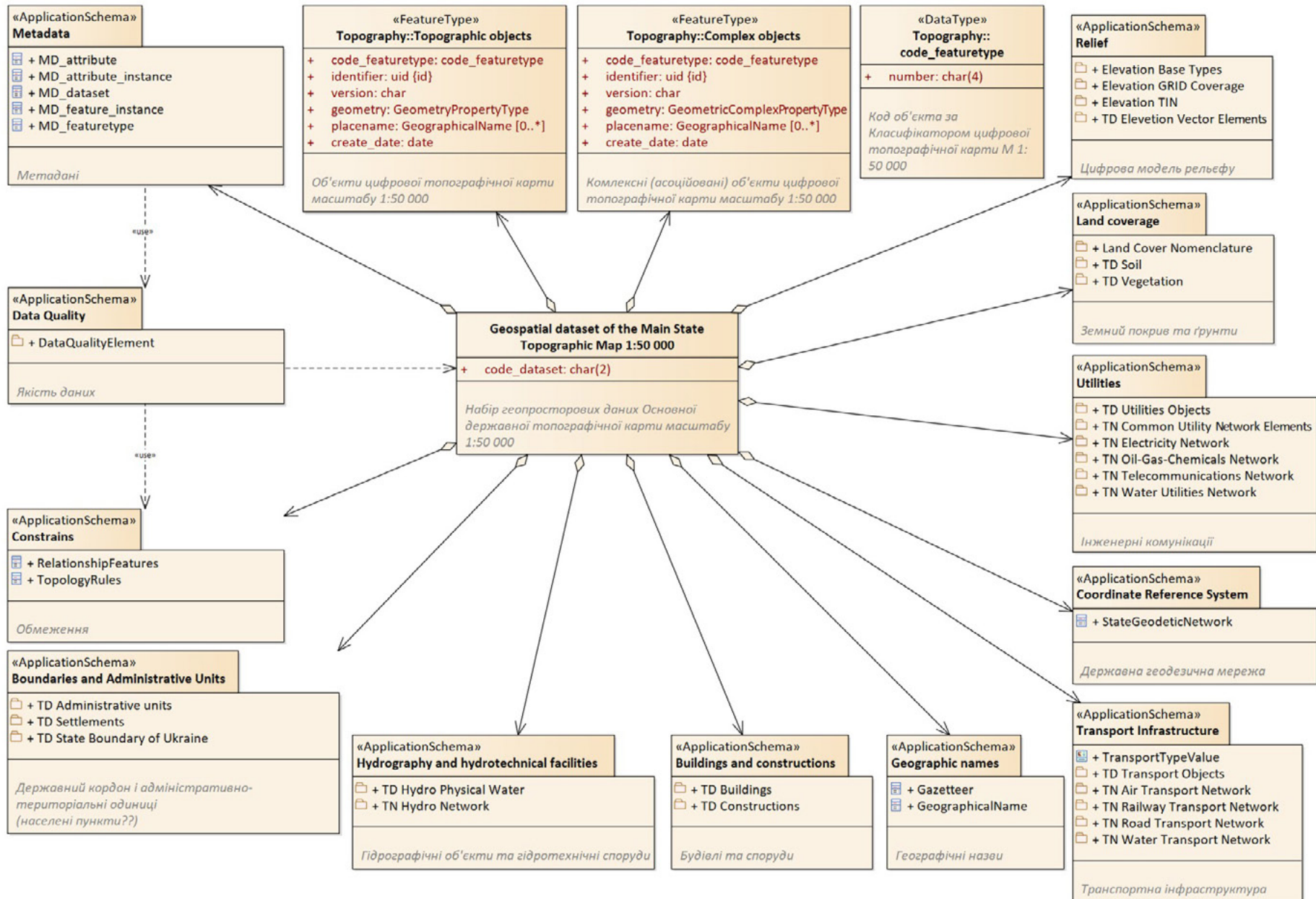


Рис. 4.40. Прикладна схема набору геопросторових даних Основної державної топографічної карти масштабу 1: 50 000

Прикладна схема «Гідрографічні об'єкти та гідротехнічні споруди» забезпечує основу для подання гідрографії як гідрографічних об'єктів реального світу та гідрографічної мережі, яка моделюється на основі перших.

Ця прикладна схема містить лише один абстрактний клас, **HydroObject**, метою якого є забезпечення бази для визначення спеціалізованих «видів» гідрографічних об'єктів в інших прикладних схемах.

Також такі дані можуть бути узгоджені шляхом спільного використання єдиного гідрографічного ідентифікатора, призначеного відповідним органом, наприклад, Держводагенством. Прикладна схема «Земний покрив та ґрунти» визначає два підпакекти: **TD Vegetation, TD Soils, Land Cover Nomenclature**.

Особливо важливою частиною документації є перелік кодів номенклатури земельного покриву. Цей список кодів «**Land Cover Nomenclature**» включено до моделі набору геопросторових даних. Список кодів може мати будь-який формат, який вважатиме відповідним постачальник даних.

Прикладна схема «Рельєф» складається з 4 підпакетів:

- 1) **Elevation Base Types**
- 2) **Elevation GRID Coverage**
- 3) **Elevation TIN**
- 4) **TD Elevation Vector Elements**

Набір геопросторових даних передбачає дані про висоту з використанням таких типів просторового подання, які можна об'єднати у прикладну схему:

- **Elevation GRID Coverage.** Цифрова модель рельєфу змодельована як безперервне покриття за допомогою GRID моделі відповідно до стандарту ISO 19123. Значення властивості Elevation відомі для кожної з точок сітки, що утворюють цю область.
- **Elevation TIN.** Структура TIN модель відповідно до класу **GM_Tin** у ISO 19107. У цьому підпакеті цифрове подання рельєфу у вигляді нерегулярної мережі трикутників, яка формується на основі нерегулярно розташованих тривимірних точок та структурних ліній рельєфу, описує топологічні відношення між геометричними об'єктами мережі: вузлами, сторонами і трикутниками. Ця модель дає змогу обчислювати тріангуляційну поверхню та визначити висоти за допомогою методу тріангуляції (наприклад, тріангуляції Делоне).
- **TD Elevation Vector Elements.** Векторні об'єкти включають точкові об'єкти позначок висоти, контурні лінії (контурні лінії рельєфу – горизонталі та контури глибини – ізобати), лінії розриву, що описують морфологію місцевості, а також інші об'єкти, які можуть допомогти в обчисленні цифрової моделі рельєфу на основі векторних даних (порожні області, ізольовані області).

Транспортна інфраструктура включає інтегровану транспортну мережу та пов'язані з нею елементи, які є суцільними в межах державного кордону (рис. 4.41).

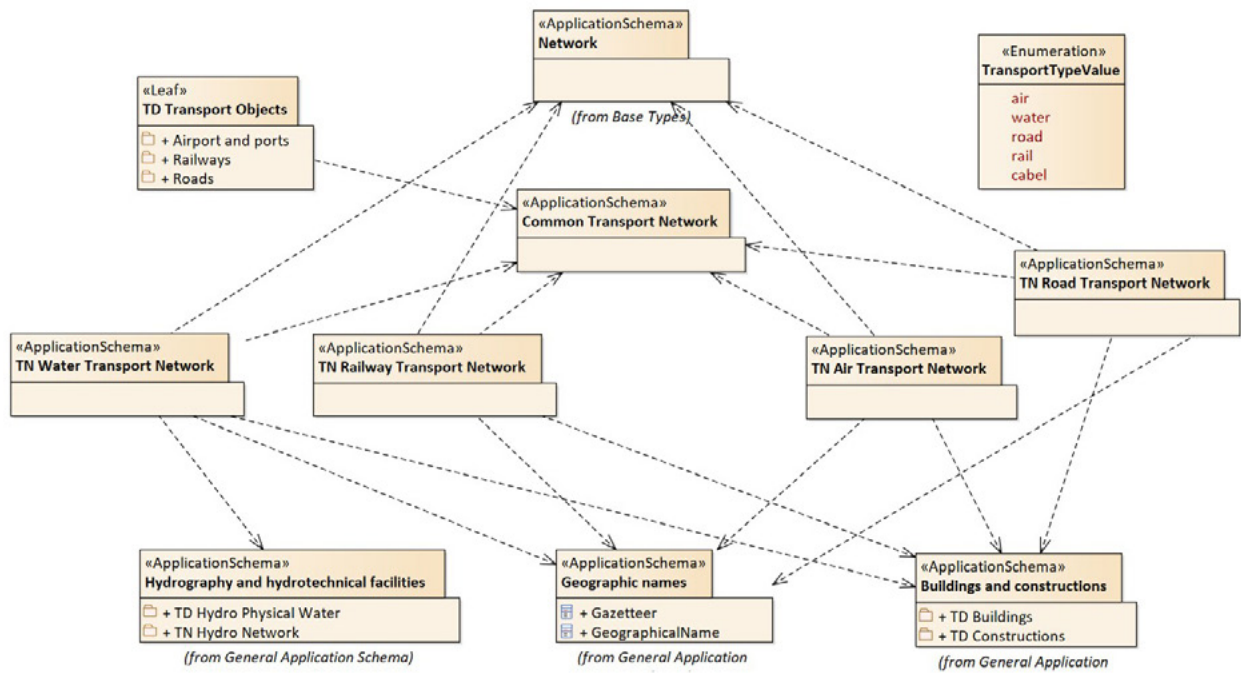


Рис. 4.41. Прикладна схема «Транспортна інфраструктура»

Прикладна схема **Common Transport Elements** також визначає ряд загальних класів транспортних об'єктів (як спеціалізації загального класу мережі у GNM). Ці класи використовуються для опису властивостей елементів транспортної мережі, і вони можуть застосовуватися до всього елемента мережі, з яким вони пов'язані.

Усі п'ять прикладних схем транспортної інфраструктури (автомобільні, залізничні, кабельні, водні та повітряні) залежать від прикладної схеми Загальної транспортної мережі, яка визначає ряд загальних типів об'єктів транспортної інфраструктури. У свою чергу, загальні транспортні елементи залежать від загальної моделі мережі, на якій вони базуються.

Прикладна схема **Common Transport Elements** містить елементи, спільні з підпакетами **Road**, **Rail**, **Cable**, **Water** та **Air**. Ці підпакели були змодельовані як окремі прикладні схеми у пакеті «Транспортна інфраструктура».

В прикладній схемі та каталозі об'єктів визначено та описано обмеження та правила топологічної узгодженості геометричних елементів векторних моделей як об'єктів одного типу, так і об'єктів різних типів.

Для типів топографічних об'єктів, які за своїм походженням та функціями належать до природних або інфраструктурних мереж (гідрографічна мережа, автомобільні дороги, тощо) в прикладній схемі та каталозі об'єктів додатково описано типи об'єктів, що використовуються для відображення і реалізації в базі топографічних даних їх сегментно-вузлових топологічних моделей [60].

4.4. Вимоги до забезпечення сумісності наборів геопросторових даних

В інфраструктурі геопросторових даних діє принцип “дані, які створено один раз в одному місці використовуються багаторазово” різноманітними користувачами в середовищі різноманітних геоінформаційних систем.

Ефективним методом дотримання цього принципу є використання баз даних, незалежних від будь яких ГІС, оскільки на сьогодні існує велика кількість програмних засобів для роботи з геопросторовими даними, які підтримують різноманітні формати даних. Геоінформаційні технології, що застосовуються як в органах державної влади, так і в органах місцевого самоврядування, обов’язково мають бути сумісними одна з одною.

Саме незалежність програмного забезпечення від структур даних дає змогу забезпечити інтероперабельність наборів у національній інфраструктурі геопросторових даних. Використання баз даних забезпечує високий рівень незалежності програм від змін структури даних, що означає можливість зміни програмного забезпечення без зміни структури даних. Ця властивість баз даних забезпечує розвиток програмного забезпечення з гарантуванням сумісності з наявними прикладними схемами [51].

Тому для досягнення сумісності та цілісності набору геопросторових даних, створивши специфікацію, прикладну схему, каталог об’єктів, слід забезпечити виконання вимог до формату обміну геопросторовими даними, описів просторових відношень об’єктів та інших єдиних вимог.

Дотримання цих вимог дозволить забезпечити семантичну інтероперабельність геопросторових даних у НІГД.

4.4.1. Визначення поняття сумісності та цілісності набору геопросторових даних

Інтероперабельність геопорталів, що взаємодіють в Інтернеті, забезпечується шляхом дотримання всіма держателями геопорталів єдиних вимог, технічних методів забезпечення уніфікованої архітектури геопорталів, інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних, метаданих та геоінформаційних сервісів, установлених Мінагрополітики.

Для досягнення сумісності геопросторових даних національної інфраструктури геопросторових даних виробництво і постачання наборів базових геопросторових даних повинно виконуватися з дотриманням Технічних вимог та методів забезпечення інтероперабельності і сумісності наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів, установлених Мінагрополітики [7] (рис. 4.42).

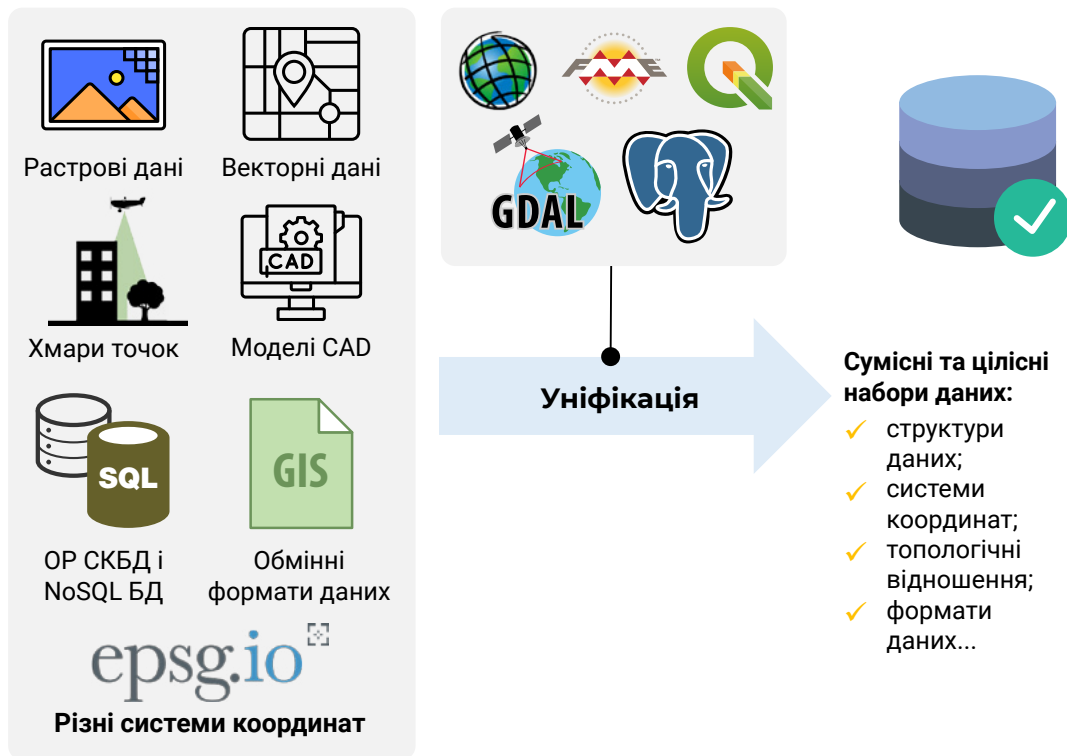


Рис. 4.42. Досягнення сумісності геопросторових даних НІГД

Забезпечення сумісності геопросторових даних необхідно:

- у зв'язку з правовим статусом геопросторових даних, що засвідчують місцезнаходження та взаємне розташування об'єктів, для запобігання правових конфліктів, що виникають внаслідок несумісності даних для конкретних територій;
- для ефективного використання геопросторових даних НІГД на основі скорочення непродуктивних витрат під час інтеграції даних з різних джерел, що стосуються одних і тих же об'єктів або певної території;
- для запобігання дублюванню робіт щодо визначення місцезнаходження одних і тих же об'єктів та витрат, пов'язаних з подальшою ліквідацією наслідків несумісності даних тощо.

Цілісність бази геопросторових даних забезпечується дотриманням усіх правил реляційної цілісності (обмеження доменів атрибутів, правила цілісності сутності та правила цілісності посилань), а також додаткових правил та обмежень координатно-топологічної узгодженості геометричних елементів, що описують просторові властивості об'єктів.

Для забезпечення сумісності геопросторових даних в геоінформаційних системах вони повинні бути представлені в Державній геодезичній референційній системі координат УСК-2000 та Балтійській системі висот 1977 року. У разі відсутності можливості подання геопросторових даних безпосередньо в УСК-2000 припустимі такі варіанти їх подання (рис. 4.43):

- в іншій системі геодезичних координат (попередніх єдиних державних системах геодезичних координат: СК-42, місцевих системах координат) з обов'язковим описом способу переходу від цієї системи координат до УСК-2000;
- у картографічній проєкції, пов'язаної з УСК-2000 через формули проєкції;
- у місцевій чи іншій системі координат з обов'язковим додатком відповідних формул проєкції, що пов'язують її з УСК-2000;
- в іншій прямокутній системі координат із обов'язковим описом способу переходу від цієї системи координат до УСК-2000.

До геопросторових даних НІГД можуть належати тільки геопросторові дані, що відповідають зазначеним вимогам. Посилання на опис діючих місцевих систем координат похідних від УСК-2000 у форматі Proj.4: <https://dgm.gki.com.ua/>

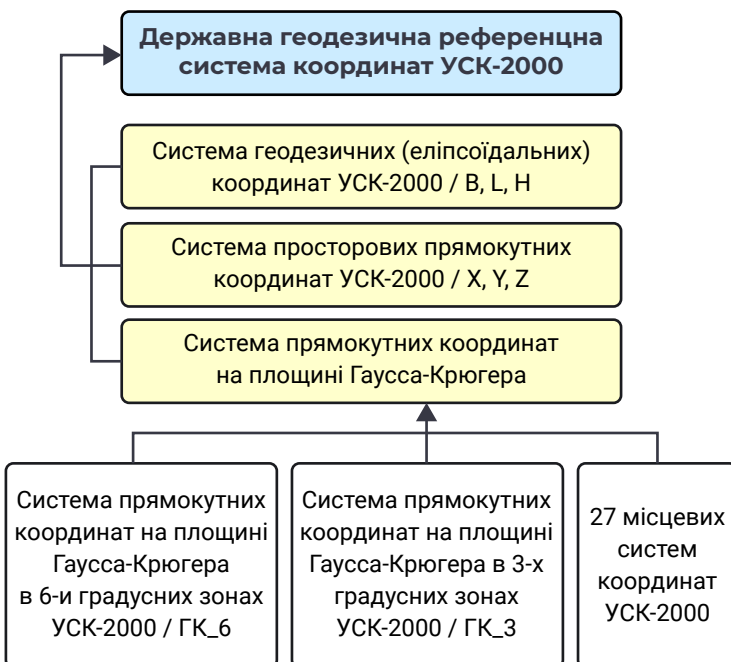


Рисунок 4.43 – UML – діаграма структури Державної геодезичної референційної системи координат УСК-2000

Сумісність геопросторових даних забезпечується дотриманням єдиних вимог щодо:

- системи координат, в якій подаються координатні описи геопросторових об'єктів;
- подання координатних даних геопросторових об'єктів;
- подання описів просторових відношень і топологічної узгодженості геопросторових об'єктів;
- класифікації об'єктів базових і тематичних геопросторових даних з використанням каталогів (класифікаторів) об'єктів та їх атрибутів;
- способів подання адресних даних та географічних ідентифікаторів об'єктів;
- ідентифікації геопросторових об'єктів з використанням системи унікальних ідентифікаторів;
- форматів надання даних.

У разі застосування систем координат для подання геопросторових даних в НІГД слід врахувати положення національного стандарту ДСТУ ISO 19111:2017. Посилання на опис діючих систем координат у середовищі ArcGIS: <https://dgm.gki.com.ua/>

Координатні дані геопросторових об'єктів повинні відповідати таким вимогам:

- у разі збігу об'єктів або частин об'єктів з об'єктами або частинами об'єктів, що входять до складу базових геопросторових даних, вони повинні фіксуватися координатними даними, встановленими для базових геопросторових даних;
- у разі створення координатних описів об'єктів або частин об'єктів, в тому числі таких, що не належать до базових геопросторових даних, необхідно змінити (уточнити, модифікувати) координатні дані, встановлені для об'єктів або частини об'єктів базових геопросторових даних, створення координатних даних об'єктів повинно здійснюватися з одночасною зміною базових геопросторових даних за погодженням з адміністратором базових геопросторових даних;
- об'єкти або частини об'єктів, загальні для різних об'єктів, що входять до складу геопросторових даних для певної території, повинні фіксуватися однаковими координатними даними.

Зв'язок координатних даних геопросторового об'єкта з адресними даними та іншими характеристиками певного об'єкта здійснюється з використанням унікального ідентифікатора об'єкта та унікального ідентифікатора адреси.

Зазначені умови забезпечуються на основі дотримання таких вимог:

- обов'язковим використанням базових геопросторових даних під час створення тематичних геопросторових даних;
- забезпечення регламентованого доступу суб'єктів, що беруть участь у створенні і зміні геопросторових даних, до базових геопросторових даних;
- сповіщення адміністратора базових геопросторових даних про необхідність зміни координатних даних об'єктів, що належать до базових геопросторових даних, за актуалізованими даними про відповідні об'єкти;
- першочергового створення координатних даних тих об'єктів, які вимагають більш високої точності з міркувань економічної доцільності та спеціальним нормативним вимогам, встановленим для відповідних об'єктів;
- при багатокористувацькому доступі, що надає право зміни геопросторових даних, кожен користувач повинен мати відповідну категорію щодо права внесення і зміни координатних даних певних категорій об'єктів.

Під час планування робіт, що входять до складу безпосереднього забезпечення інвестиційної діяльності, і під час здійснення яких потрібне уточнення існуючих та формування нових координатних даних об'єктів або відповідних картографічних документів, за якими можна сформувані такі координатні дані, до складу робіт включаються заходи, що забезпечують підвищення сумісності координатних даних НІГД [5].

4.4.2. Визначення топологічних відношень між типами об'єктів

Топологія бази геопросторових даних є набором правил, які визначають просторові відношення одного або кількох класів просторових об'єктів.

Вона є елементом, що зберігається у базі геопросторових даних, і може бути додана до неї, як інші класи просторових об'єктів. Правила топології можуть застосовуватися до геопросторових об'єктів одного й того ж типу або підтипів або до просторових відношень між об'єктами різних класів.

Корисність використання топології полягає в прискоренні виконання операцій обчислювальної геометрії. Метод, за допомогою якого це досягається, полягає у встановленні явних асоціацій між екземплярами об'єктів та екземплярами геометричних об'єктів, що відповідають їх неявним геометричним відношенням (рис. 4.44, рис. 4.45).

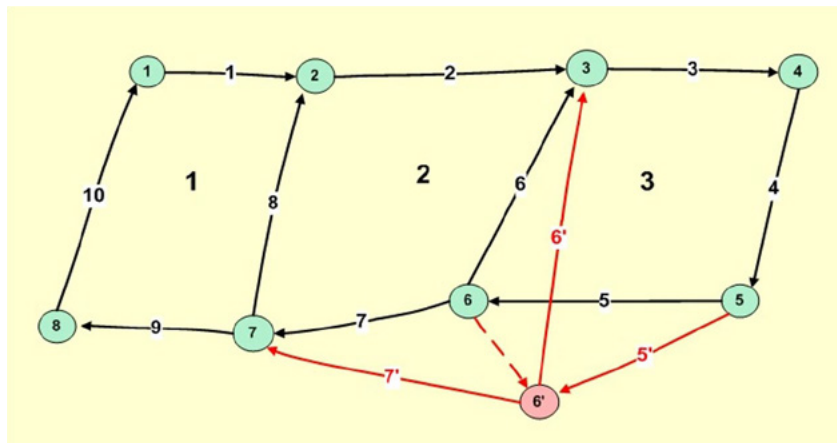


Рис. 4.44. Земельно-кадастрове покриття – планарний граф [51]



Рис. 4.45. Недотримання топологічної узгодженості у Державному земельному кадастрі

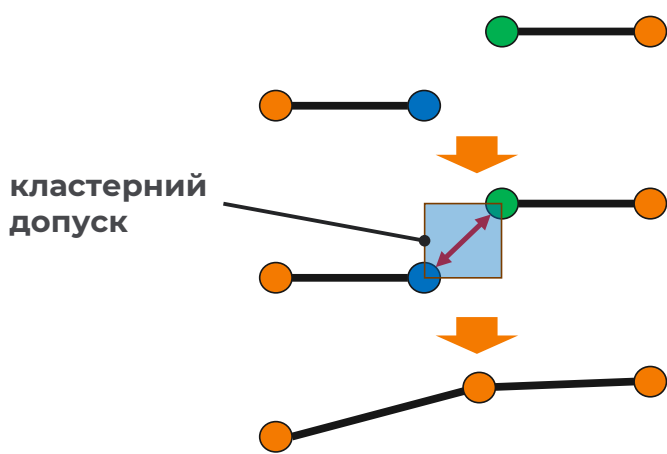


Рис. 4.46. Кластерний допуск

[Адаптовано авторами, джерело: <https://v.gd/BOqCef>]

Перевірку топологічних відношень застосовують для забезпечення позиційної та логічної узгодженості геосторових об'єктів, наприклад, бази топографічних даних.

Для ліній та полігонів. Не повинні накладатися: вимагає, щоб внутрішні частини полігонів не накладалися. Полігони можуть мати спільні ребра або вершини: вимагає, щоб лінії не накладалися з лініями того ж класу просторових об'єктів (або підтипу). Повинні бути більше за кластерний допуск: вимагає, щоб просторовий об'єкт не зникав у процесі перевірки (рис. 4.46).

Це правило є обов'язковим для топології та використовується для всіх класів лінійних та полігональних об'єктів.

Для полігонів існують ще такі правила:

- не повинні мати проміжків: усі полігони мають формувати неперервне покриття (рис. 4.47);
- не повинні накладатися з іншими типами об'єктів: вимагає, щоб внутрішні частини полігонів одного класу об'єктів не перетиналися з внутрішніми частинами полігонів іншого класу об'єктів;
- повинні покриватися об'єктами.

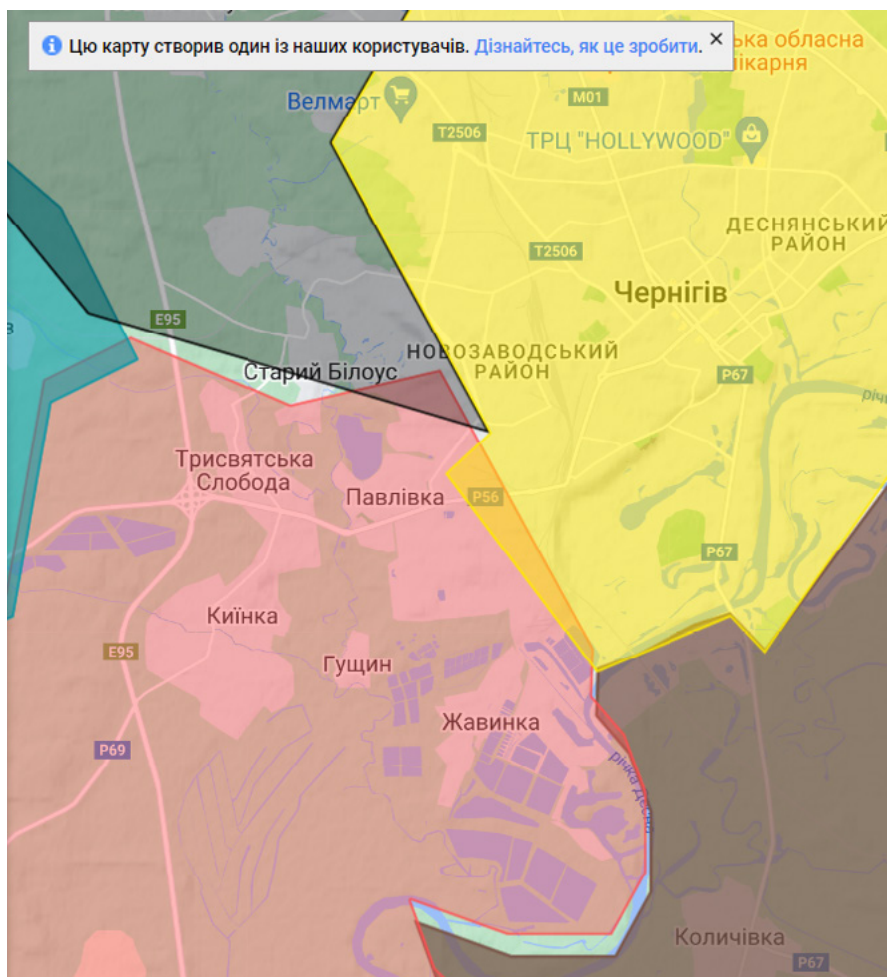


Рис. 4.47. Не повинні мати проміжків

[Адаптовано авторами, джерело: <https://v.gd/BOqCef>]

На прикладі набору геопросторових даних «Адміністративні одиниці» слід передбачити і такі правила топологічних відношень (рис. 4.48):

- повинні співпадати одне з одним: вимагає, щоб полігони одного класу об'єктів мали спільну площу з полігонами іншого класу об'єктів;
- повинні суміщатися з іншим класом: вимагає, щоб полігон одного класу об'єктів знаходився в середині полігонів іншого класу об'єктів;
- повинні покриватися об'єктами іншого класу: вимагає, щоб полігон одного класу об'єктів мав спільне покриття території з іншим класом об'єктів.

Для набору геопросторових даних «Адреси» необхідно також включати такі правила:

- Межі полігональних об'єктів повинні співпадати: вимагає, щоб межі полігональних об'єктів одного класу співпадали з межами полігональних об'єктів іншого класу; містить точку: вимагає, щоб полігон одного класу об'єктів містив хоча б одну точку іншого класу об'єктів.
- Точки повинні бути всередині полігону, а не на його межах; містить одну точку: вимагає, щоб кожен полігон містив один точковий об'єкт і кожен точковий об'єкт знаходився в межах одного полігону.

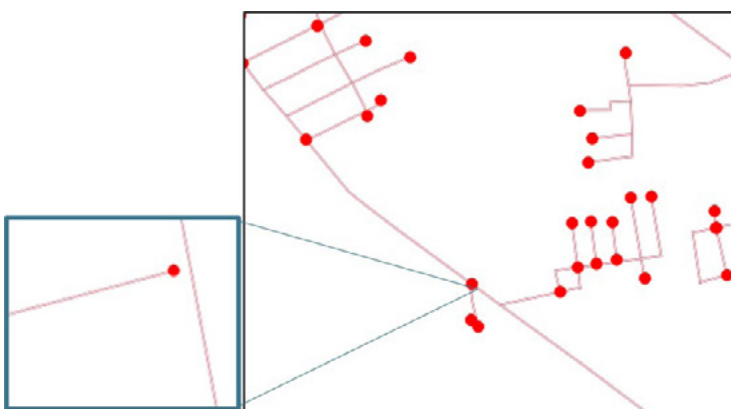


Рис. 4.49. Не повинні мати висячих вузлів



Рис. 4.48. Топологічні відношення у наборі даних «Адміністративні одиниці»

[Адаптовано авторами, джерело: <https://khoda.gov.ua/image/catalog/files/%20АТУ%20Херсонська%20область.pdf>]

Далі розглянуто правила топологічних відношень для лінійних об'єктів. Не повинні перетинатися: вимагає, щоб лінійні об'єкти одного класу об'єктів не перетиналися один з одним. Не повинні перетинатися з: вимагає, щоб лінійні об'єкти одного класу об'єктів не перетиналися чи не накладалися з лініями іншого класу. Не повинні мати висячих вузлів (рис. 4.49). Кінцева точка, що не приєднується до іншої лінії, називається висячим вузлом. Так топологічні відношення необхідні для побудови топологічної мережі об'єктів, наприклад, дорожньої, залізничної, гідрографічної.

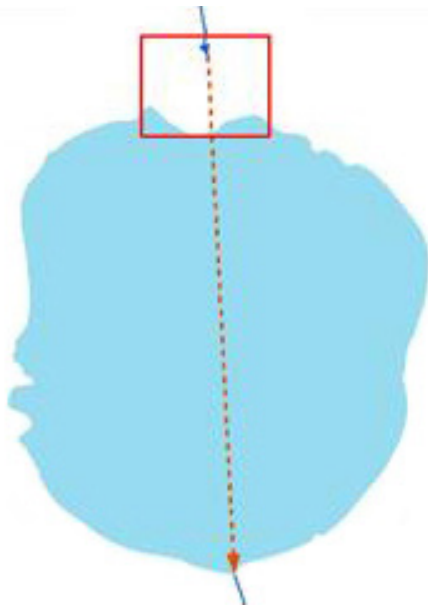


Рис. 4.50. Повинні бути всередині

Також для лінійних об'єктів можуть застосовуватись і такі правила: повинні бути всередині – вимагає, щоб лінія знаходилась в межах площинного об'єкту (рис. 4.50). Кінцеві точки повинні співпадати з: вимагає, щоб кінцеві точки лінійних об'єктів співпадали з точковими об'єктами іншого класу об'єктів. Точка має лежати на лінії: вимагає, щоб точки одного класу об'єктів співпадали з лініями іншого класу. Не повинні перетинати самі себе: вимагає, щоб лінійні об'єкти не перетинали себе і не мали співпадаючих сегментів.

Слід зазначити, що у топологічних правилах важливо зазначити мінімальну відстань між вузловими точками об'єкта, наприклад, у базі топографічних даних масштабу 1:50 000 ця відстань складає 5 метрів. Об'єкти, відстань між якими є меншою або дорівнює 5 м подаються по суміжній границі – з урахуванням спільної геометрії.

Для бази топографічних даних масштабу 1:50 000 встановлено вимоги до топології на рівні класів і підкласів геопросторових об'єктів [60].

4.4.3. Визначення топологічної узгодженості набору геопросторових даних

Правила та обмеження координатно-топологічної узгодженості визначаються на рівні об'єкта, класу об'єктів та об'єктів різних класів.

Топологічні обмеження на рівні класу геопросторових об'єктів визначають правила (обмеження) топологічних відношень між об'єктами одного класу, наприклад, обмеження щодо накладання, спільної геометрії якщо об'єкти утворюють суцільне покриття тощо.

Правила топологічної узгодженості геопросторових об'єктів різних класів визначають як вимоги до узгодженості координат геометричних елементів, так і просторових відношень між об'єктами різних класів (міститься в середині, дотикається, покривається, утворюють мережу, утворюють покриття). Можливе також визначення топологічно-метричних обмежень (повинні міститись на певній відстані; повинні розміщуватися не ближче як ... тощо).

Топологічні обмеження на рівні об'єкта належать до специфічного виду доменного обмеження для типу даних геометру, що використовується для подання геопросторових даних в геоінформаційних системах та базах геопросторових даних.

Для кожного екземпляра об'єкта координатні описи повинні відповідати оголошеному типу просторової локалізації об'єкта як підтипу геометру (точка, полілінія, полігон, мультиламана, мультиполігон тощо), геометричні елементи екземплярів повинні бути простими, тобто без

самоперетинання контурів. Можуть також висуватися обмеження щодо відстані між точками сегментів лінії, кутів, між сегментами лінії чи полігону тощо.

Спільна геометрія – це модель геометричних елементів на множині загального масиву координат точок (рис. 4.51). Топологічно – це модель з топологічною точністю до точки. Вона може підтримуватися фізично (тобто є окремо таблиця точок), а може функціонально (програми відслідковують співпадіння координат близьких точок з певною апертурою в контурах одного або кількох класів об'єктів) [53].

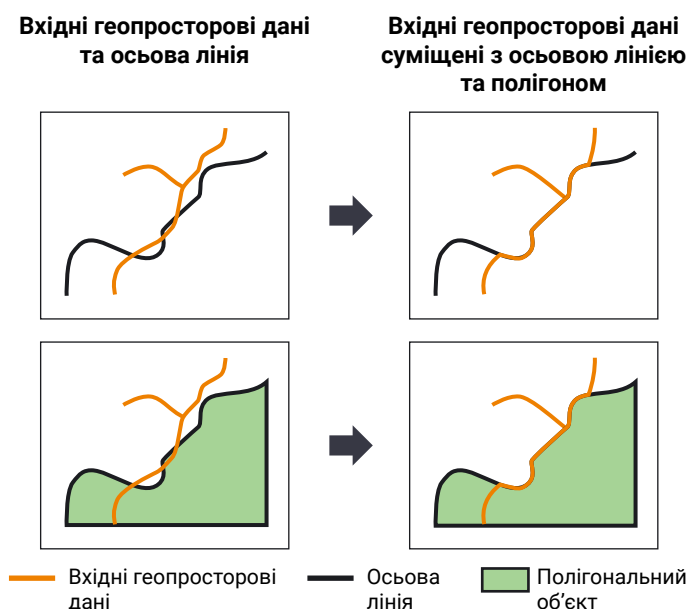


Рис. 4.51. Спільна геометрія

4.4.4. Класифікація ідентифікаторів та їх застосування

Відповідно до Технічних вимог, затверджених наказом Мінагрополітики № 347 від 10.11.2021 р. ідентифікація об'єктів з використанням адресних даних та географічних ідентифікаторів повинна виконуватися відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19112:2017 Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами (ISO 19112:2003, IDT) [18].

Ідентифікатор геопросторового об'єкта є унікальною характеристикою об'єкта і обов'язковим ідентифікаційним атрибутом будь-якого геопросторового об'єкта, що використовується для фіксації зв'язку координатних і адресних даних об'єктів, контролю їх взаємної відповідності і забезпечення несуперечності та посиладельної цілісності наборів геопросторових даних.

У разі формування ідентифікаторів геопросторових об'єктів повинні враховуватися такі вимоги:

- ідентифікатор геопросторового об'єкта повинен бути унікальним на території України;
- у разі, коли у вертикальній структурі управління для геопросторових даних встановлена система ідентифікації, що єдина для всієї території України, як унікальний ідентифікатор використовують ідентифікатор геопросторового об'єкта цієї системи, наприклад, кадастровий номер земельної ділянки, коди Кодифікатора адміністративно-територіальних одиниць та територій територіальних громад тощо;

- для забезпечення унікальності ідентифікаторів геопросторових об'єктів держателям даних рекомендується використовувати одну поміж загальноприйнятих систем формування ідентифікаторів, зокрема:
-
- глобальний унікальний ідентифікатор GUID (Globally Unique Identifier);
-
- універсальний унікальний ідентифікатор UUID (Universally Unique Identifier);
-
- унікальний ідентифікатор, що використовує координатні описи об'єктів для формування відкритого коду місцеположення OLC (Open Location Code), що запропонований та використовується в системах веб-картографії Google.
-

Система унікальної ідентифікації геопросторових об'єктів в певному наборі геопросторових даних повинна бути визначена та описана в специфікації геопросторових даних [5, 19] (рис. 4.52).

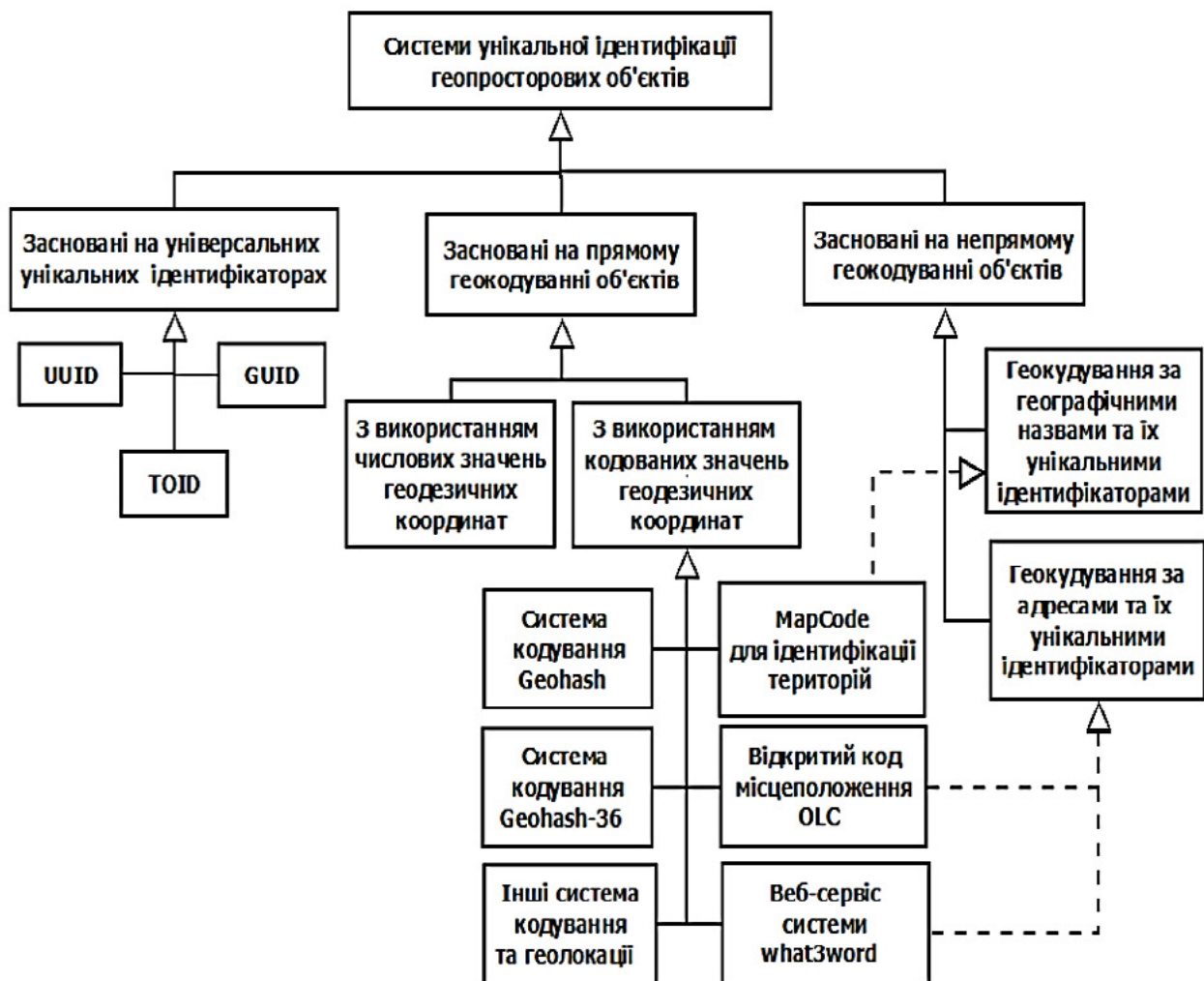


Рис. 4.52. Система унікальної ідентифікації геопросторових об'єктів
[\[https://doi.org/10.32347/2076-815x.2020.75.217-232\]](https://doi.org/10.32347/2076-815x.2020.75.217-232)

Практично повсюдне використання сучасних комп'ютерних технологій потребувало застосування механізму унікальної ідентифікації об'єктів самої різної природи, дані про які збираються та реєструються в базах даних інформаційних систем різного призначення [9].

В сучасній ІТ-індустрії реалізовано низку підходів та засобів формування глобальних ідентифікаторів об'єктів різного призначення та предметних сфер застосування, зокрема відкритий код місцезнаходження OLC (Open Location Code) для кодування координат широти/довготи точки земної поверхні зазвичай 10-значним символьним кодом, який компанія Google пропонує використовувати як цифрову адресу будівель або навіть як адресу в регіонах або країнах, де відсутні традиційні системи адресації, а також для геолокації на місцевості з використанням сучасних засобів визначення координат та веб-картографування.

OLC коди також називають "плюсовими кодами", оскільки для кращого читання використовується як роздільник знак «+» після перших восьми символів коду [9] (рис. 4.53, рис. 4.54).



Рис. 4.53. Приклад відкритого коду місцезнаходження OLC (Open Location Code), Plus Codes, Google

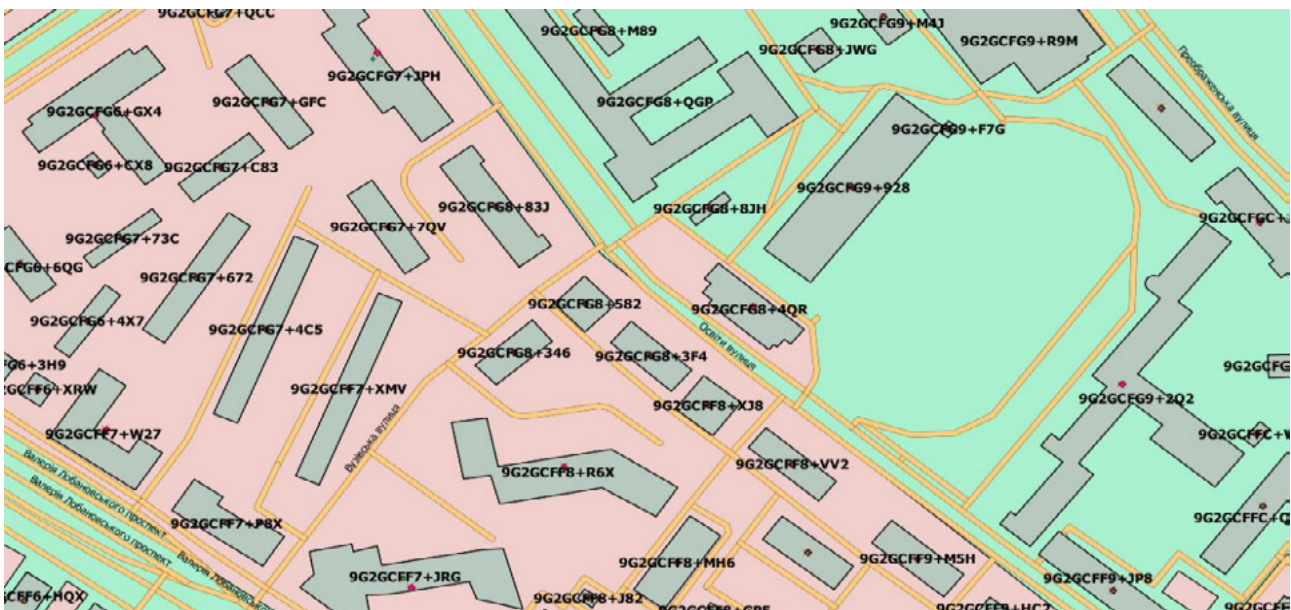


Рис. 4.54. Фрагмент електронного плану з унікальними ідентифікаторами будівель м. Києва на основі OLC довжиною 11 символів [<https://doi.org/10.32347/2076-815x.2020.75.217-232>]

4.4.5. Визначення доменної цілісності та використання класифікаторів на основі «CodeList»

Доменна узгодженість – це відповідність значень атрибутів області допустимих значень, узгодженість за форматом – ступінь відповідності накопичених даних фізичній структурі набору даних.

При встановленні типу даних визначаються правильні значення для окремо взятого атрибута. Цілісність домену вказує, що всі стовпці в реляційній базі даних мають бути оголошені у визначеному домені. Основною одиницею даних у реляційній моделі даних є елемент даних. Такі елементи даних називаються атомарними. Домен – це множина допустимих значень атрибута. Для забезпечення цілісності також використовуються обмеження шляхом встановлення значення за замовчуванням і обмеження на перевірку.

Інакше кажучи, домени – це набори значень атрибутів, які пропонуються користувачу бази геопросторових даних під час внесення відомостей у відповідні таблиці. Ця множина допустимих значень може задаватись допустимими інтервалами для числових значень, або визначена у певному класифікаторі. Для предметних областей, для яких існують затверджені державні класифікатори об'єктів, їх використання є обов'язковою умовою.

У разі відсутності класифікаторів об'єктів держателі даних повинні розробити такі класифікатори у складі специфікації геопросторових даних з обов'язковим дотриманням під час їх розроблення таких вимог:

- використання у класифікаторі як основи переліку об'єктів місцевості та їх атрибутів, що визначені в класифікаторах для базових геопросторових даних або для цифрових топографічних даних;
- дотримання вимог національних стандартів ДСТУ 8774:2018 та ДСТУ ISO 19110:2017 Географічна інформація. Методологія каталогізації об'єктів (ISO 19110:2016, IDT) щодо методології розроблення каталогів геопросторових об'єктів та їх атрибутів [21, 53];
- забезпечення відповідності між назвами типів об'єктів, їх атрибутів і доменів значень атрибутів, в тому числі класифікаторів значень атрибутів за номінальними шкалами з відповідними переліками текстових значень та їх кодуванням;
- забезпечення відповідності між кодами типів об'єктів, їх атрибутів і класифікаторів значень атрибутів за номінальними шкалами чинним класифікаторам та нормативно-правовим актам.

Класифікатори і довідники, які використовуються у наборах геопросторових даних, необхідно передбачити двох типів:

- 1) з визначеним переліком унікальних значень та правилами класифікації та/або кодифікації за міжнародними та державними стандартами;
- 2) перелік унікальних значень може бути розширеним держателем даних, але обов'язково ним затвердженим.

4.4.6. Визначення посилальної цілісності на основі ідентифікаторів

Посилальна цілісність — один з різновидів обмеження узгодженості бази даних, який полягає у відсутності в будь-якому з її відношень посилань на дані, що відсутні в іншому відношенні (рис. 4.55).

Під час реалізації бази даних розробники регулярно стикаються із забезпеченням коректності представлених даних в таблицях, що полягає у виключенні наступних проблем:

- наявність «сміття» в таблицях, що виникає у разі некоректного або неповного видалення записів таблиць;
- невідповідність значень первинних і пов'язаних зовнішніх ключів;
- створення фантомних записів, які не пов'язані з батьківськими відомостями, створюючи записи, доступ до яких обмежений або дозволений, але відомості містять некоректні дані або порожнечі;
- неможливість видалення записів.

Це тільки основні проблеми, які можуть виникати, якщо дотримання посилальної цілісності не було визначено або визначено некоректно. Призначення правил забезпечення посилальної цілісності може бути організовано на етапі логічного моделювання, але більш вірним є формулювання цих правил під час моделювання фізичної моделі бази даних, визначаючи основні операції, які можуть бути виконані над даними у разі їх модифікації в режимі додавання, зміни або видалення.

ID станції	Номер станції	ID_станції	ID показника	Значення показника
1	345-1	2	1	409,9
2	5620-3	3	2	456,9
3	569-2	3	3	308
		4	1	345,5

Рис. 4.55. Приклад посилальної цілісності

Підсумки та загальні висновки

Отже, основними вимогами до набору геопросторових даних є використання об'єктно-орієнтованої системи керування базами даних, яке не повинно залежати від геоінформаційної системи; дотримання методології модельно-керованої архітектури інформаційної системи; топологічної узгодженості об'єктів; підтримки метаданих; унікальність ідентифікації об'єктів. Концептуальне моделювання повинно описувати предметну сферу повно, щоб логічна модель, оперуючи визначеними сутностями, містила коректні класи об'єктів, їх відношення та атрибути.

Оскільки сучасне інформаційне забезпечення ГІС ґрунтується на концепції використання методології модельно-керованої архітектури та об'єктно-орієнтованого моделювання під час розроблення баз геопросторових даних, тому основною технологічною мовою моделювання систем є уніфікована мова моделювання (Unified Modeling Language – UML). Бази геопросторових даних, що розповсюджуються та використовуються в геоінформаційних системах і технологіях, ґрунтуються на Мові структурованих запитів (Structured Query Language – SQL). Проектування бази геопросторових даних виконується мовою UML, проте реалізація моделі в системі керування базами даних (СКБД) мовою SQL повинна відбуватись автоматично.

Для розроблення концептуальної моделі набору геопросторових даних було детально розглянуто UML-нотації: пакети, класи, атрибути, відношення, класифікатори, що буде закріплено на практичних роботах.

Аналітичний огляд сучасного інструментарію дозволив оцінити доцільність використання розглянутих програмних засобів для розроблення прикладної схеми за допомогою мови UML.

На прикладах набору геопросторових даних Основної державної топографічної карти масштабу 1:50 000 розглянули детально зміст та подання прикладних схем та діаграм класів набору та визначили, що прикладна схема також містить посилання на інші прикладні схеми, які необхідно використовувати під час моделювання геопросторових даних.

Отже, усі обмеження щодо просторових відношень та координатно-топологічної узгодженості геопросторових даних повинні бути описані та задокументовані у специфікації геопросторових даних, що розробляється відповідно до вимог Порядку про функціонування НІГД та національного стандарту ДСТУ ISO 19131:2019 Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту (ISO 19131:2007; Amd 1:2011, IDT).

Перевірка топологічної узгодженості (топологічних відношень) виконується для забезпечення відповідності типів об'єктів набору геопросторових даних вимогам, що визначені у специфікації.

Надання унікальних ідентифікаторів усім типам топографічних об'єктів, пов'язано з переходом від технології створення баз картографічних даних до баз топографічних даних, в яких створюються безшовні (тобто не розділені на картографічні аркуші) моделі топографічних об'єктів та які складають основу наборів базових геопросторових даних (НБГД) національних інфраструктур геопросторових даних. Користувачі НБГД пов'язують свої власні тематичні дані з унікальними ідентифікаторами та координатними описами об'єктів наборів базових

геопросторових даних, що їх цікавлять. Одна організація може легко обмінюватися даними з іншою організацією, оскільки використовуються спільні унікальні ідентифікатори та геометрія об'єктів набору, що підтримуються централізовано адміністратором базових геопросторових даних.

Методологія геокодування з використанням ідентифікаторів географічних назв викладена в стандарті ДСТУ ISO 19112:2017. Бази даних реєстрів географічних назв та адрес досить широко використовуються в пошукових сервісах геопорталів та сервісах геолокації та належать до наборів базових геопросторових даних НІГД.

Посилальна цілісність на основі ідентифікаторів (первинних і зовнішніх ключів) особливо необхідна під час створення/оновлення набору даних для забезпечення його уніфікації та збереження відношень між типами об'єктів.

Запитання для самоконтролю

- 1) Що таке моделювання даних?

- 2) Які існують рівні моделювання геопросторових даних?

- 3) Що таке концептуальне моделювання?

- 4) Що таке прикладна схема?

- 5) Які виділяють етапи створення прикладної схеми?

- 6) З яких етапів складається технологічна схема моделювання геопросторових даних?

- 7) Що таке загальна об'єктна модель?

- 8) Які основні класи геометрії у просторовій схемі?

- 9) Чому корисна топологія?

- 10) Що таке покриття і з яких семи пакетів складається його схема?

- 11) Що таке уніфікована мова моделювання UML?

- 12) Що таке асоціація і які існують типи асоціацій?

- 13) Чим відрізняється композиція від агрегації?

- 14) Які стереотипи визначено в стандарті UML?

- 15) Які існують програмні продукти для розробки UML?

- 16) Для чого потрібна сумісність геопросторових даних?

- 17) Як забезпечується сумісність геопросторових даних?

- 18) Що таке топологія і яка її роль?

- 19) Навіщо потрібні ідентифікатори?

- 20) Що таке посилальна цілісність?

РОЗДІЛ 5.



МЕТОДИКА ПІДГОТОВКИ ТА ПОРЯДОК РЕЄСТРАЦІЇ МЕТАДАНИХ НА НАЦІОНАЛЬНОМУ ГЕОПОРТАЛІ

У цьому розділі детально розглянуто основні визначення метаданих, профілю метаданих; вивчено нормативно-правове та методичне забезпечення метаданих; продемонстровано, яким чином досягається уніфікація метаданих за допомогою міжнародних і національних стандартів; перераховано принципи створення профілів; вивчено склад і особливості профілів INSPIRE та НІГД; зроблено аналітичний огляд інструментальних засобів для підтримки і формування метаданих; описано кожен етап життєвого циклу метаданих та його особливості, а саме формування, валідацію, оновлення, публікування; розглянуто порядок формування метаданих геоінформаційних ресурсів на пілотному проекті національного геопорталу.

5.1. Призначення та структура метаданих геоінформаційних ресурсів НІГД

5.1.1. Основні терміни та визначення метаданих

На сьогодні геоінформаційні ресурси мають вирішальне значення для роботи промисловості, транспорту, охорони здоров'я, екологічної безпеки та інших сфер з метою пошуку, розробки та виробництва ресурсів, оптимізації маршрутів для підтримки економіки держави та світу. Проте професіонали галузі витрачають багато часу, намагаючись знайти або перевірити точність необхідної їм інформації.

Метадані – це «дані про дані», які використовуються для індексування та пошуку даних та інформаційних ресурсів (рис. 5.1).

Однак метадані зазвичай повинні вводитися у систему вручну, і часто користувачі не знають, що вводити та які запити формувати.

Метадані забезпечують якість даних, адже вони містять інформацію про точність, роздільну здатність та інші елементи якості даних. Це дозволяє користувачам оцінювати придатність даних та визначати, чи можуть вони бути використані для конкретних завдань. І головне, підтримують інтероперабельність: метадані містять інформацію про формат та структуру даних, що дозволяє різним системам та програмам взаємодіяти та обмінюватися даними між собою.

Підтримуючи уніфікацію і стандартизацію геопросторових даних, метадані можуть включати інформацію про відповідні стандарти та регламенти, що дає змогу забезпечити сумісність даних та спрощує їх обмін між різними системами та організаціями.

Що таке метадані? Наскільки вони важливі для обміну геопросторовими даними?

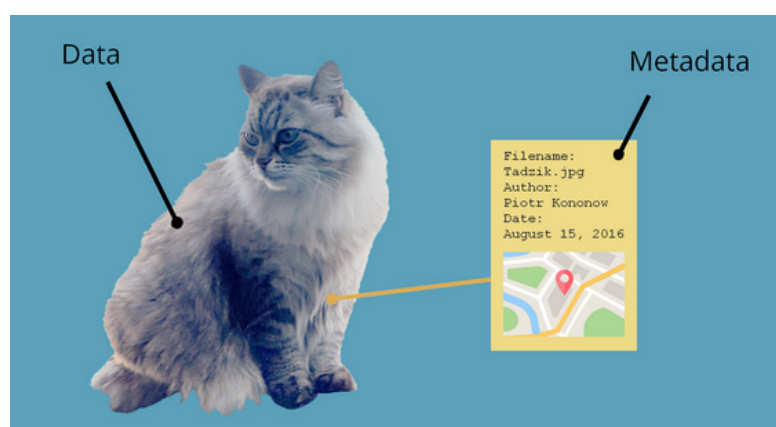


Рис. 5.1. Приклад метаданих фотозображення
[\[https://dataedo.com/kb/data-glossary/what-is-metadata\]](https://dataedo.com/kb/data-glossary/what-is-metadata)

Формування метаданих вважається трудомістким завданням. Дійсно, створення метаданих є кропітким процесом, але вони принесуть довгострокову користь.

Метадані надають детальний опис доступних наборів геопросторових даних і сервісів. Документування даних надає користувачам можливість знайти доступний вміст геоінформаційного ресурсу та оцінити, чи відповідають виявлені ресурси вимогам користувача з погляду якості: точності, актуальності, достовірності тощо.

Відповідно до Закону України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних» та постанови Кабінету Міністрів України «Про Порядок функціонування НІГД» у навчальному посібнику використано терміни: метадані, елементи метаданих, профіль метаданих, каталог метаданих.

З огляду міжнародної практики до метаданих застосовуються **два основні правила:**

- 1) окремий ресурс повинен мати окремий запис метаданих (у теорії баз даних це відношення 1:1);
- 2) метадані мають бути доступними для обміну та аналізу, тобто виражені мовою, зрозумілою комп'ютерам.

Документація метаданих ведеться мовою XML (рис. 5.2). Також окремо ведеться XML-схема, що визначає елементи метаданих.

Зосередивши увагу розробників на обміні геопросторовими даними та їх інтеграції у різні багатокористувацькі інформаційні системи, розроблення стандартів метаданих стала їх пріоритетним напрямком. Таким чином, метаданими можна зручно обмінюватись та їх аналізувати, якщо вони відповідають загальній абстрактній моделі, прийнятій у міжнародних стандартах серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика». Що це за модель буде розглянуто у наступних пунктах цього розділу.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <gmd:MD_Metadata xmlns:gco="http://www.isotc211.org/2005/gco" xmlns:gmd="http://www.isotc211.org/2005/gmd"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml">
-   <gmd:fileIdentifier>
-     <gco:CharacterString>dbcc08a4-099b-4585-ac48-f0e88c6c7940</gco:CharacterString>
-   </gmd:fileIdentifier>
-   <gmd:language>
-     <gmd:LanguageCode codeListValue="eng" codeList="http://www.loc.gov/standards/iso639-2/">eng</gmd:LanguageCode>
-   </gmd:language>
-   <gmd:characterSet>
-     <gmd:MD_CharacterSetCode codeListValue="utf8"
       codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/ML_gmxCodeLists.xml#MD_CharacterSetCode">utf8</gmd:MD_CharacterSetCode>
-   </gmd:characterSet>
-   <gmd:parentIdentifier>
-     <gco:CharacterString>http://atu.minregion.gov.ua/</gco:CharacterString>
-   </gmd:parentIdentifier>
-   <gmd:hierarchyLevel>
-     <gmd:MD_ScopeCode codeListValue="dataset" codeList="http://www.isotc211.org/2005/resources/Codelist/gmxCodeLists.xml#MD_ScopeCode">dataset</gmd:MD_ScopeCode>
-   </gmd:hierarchyLevel>
-   <gmd:contact>
-     <gmd:CI_ResponsibleParty>
-       <gmd:individualName>
-         <gco:CharacterString>Данило Кінь</gco:CharacterString>
-       </gmd:individualName>
-       <gmd:organisationName>
-         <gco:CharacterString>ДП "НДІГК"</gco:CharacterString>
-       </gmd:organisationName>
-       <gmd:positionName>
-         <gco:CharacterString>Науковий співробітник</gco:CharacterString>
-       </gmd:positionName>
-       <gmd:contactInfo>
-         <gmd:role>
-           <gmd:CI_RoleCode codeListValue="distributor"
             codeList="http://standards.iso.org/ittf/PubliclyAvailableStandards/ISO_19139_Schemas/resources/codelist/ML_gmxCodeLists.xml#CI_RoleCode">distributor</gmd:CI_RoleCode>
-         </gmd:role>
-       </gmd:contactInfo>
-     </gmd:CI_ResponsibleParty>
-   </gmd:contact>
-   <gmd:dateStamp>
-     <gco:DateTime>2019-08-20T08:49:27</gco:DateTime>
-   </gmd:dateStamp>
-   <gmd:metadataStandardName>
-     <gco:CharacterString>ISO 19115:2003/19139</gco:CharacterString>
-   </gmd:metadataStandardName>
```

Рис. 5.2. Приклад XML файлу метаданих

Метадані збільшують термін служби та цінність доступних наборів геопросторових даних, виконуючи такі ролі [67]:

- **роль інвентаризації та обліку:** метадані допомагають держателям організувати та підтримувати роботу з геопросторовими даними, планувати та узгоджувати інвестиційні проєкти зі створення/оновлення даних, щоб уникнути дублювання робіт і, таким чином, заощадити власні ресурси;
- **роль документування:** звітність та опис метадачних сприяє доступності геопросторових даних за межами професійної спільноти та поширенню їх більшому колу користувачів;
- **рекламна роль:** виробники даних можуть інформувати користувачів про свої реалізовані проєкти та виконанні роботи шляхом декларування метадачних;
- **роль пошукового сервісу:** сервіси метадачних надають кінцевим користувачам відповідні механізми для пошуку, виявлення та доступу до даних.

5.1.2. Призначення метадачних у НІГД

Метадані забезпечують здійснення структурованого пошуку, надання структурованої інформації про зміст геоінформаційних ресурсів.

Метадані надають користувачам інформацію, необхідну для оцінки виявлених даних і, таким чином, для визначення того, чи відповідають виявлені ресурси вимогам технічного завдання проєкту.

Тим самим метадані надають відповіді на запитання користувачів: хто, що, де, як і чому створив дані.

Міжнародна практика розвитку інфраструктури геопросторових даних визначає загальний сценарій використання метадачних із залученням елементів метадачних у чотирьох різних аспектах [62]:

- 1) **пошук та виявлення найважливіших елементів метадачних**, які залучаються, коли користувачу швидко та коректно потрібно знайти необхідне серед наявних ресурсів;
- 2) **оцінювання придатності метадачних** стосується елементів метадачних, необхідних для розуміння того, чи відповідають виявлені ресурси вимогам користувача;
- 3) **використання метадачних** для обміну геопросторовими даними;
- 4) **управління метадачними**, здійснення їх моніторингу, виявлення застарілих та сприяння їх оновленню держателями.

З погляду користувача, задіяні елементи метадачних залежать від цих чотирьох сценаріїв (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Залежність між функціями метаданих та кількістю їх користувачів

Процес створення метаданих геопросторових даних може залежати від типу та призначення даних, але загалом процес може включати такі етапи (рис. 5.4):

- 1) **Формування метаданих** геопросторових даних та геоінформаційних сервісів держателями та виробниками, а саме:
 - визначення характеристик даних, тобто визначення загальної інформації про дані, такої як назва, опис, дата та місце збору даних, методи їх збору та обробки, їх формат та структура;
 - визначення якості даних, яку детально розглянули у п. 3.4 «Вимоги до якості геопросторових даних», а саме повнота даних, логічна узгодженість, позиційна, тематична і часова точність;

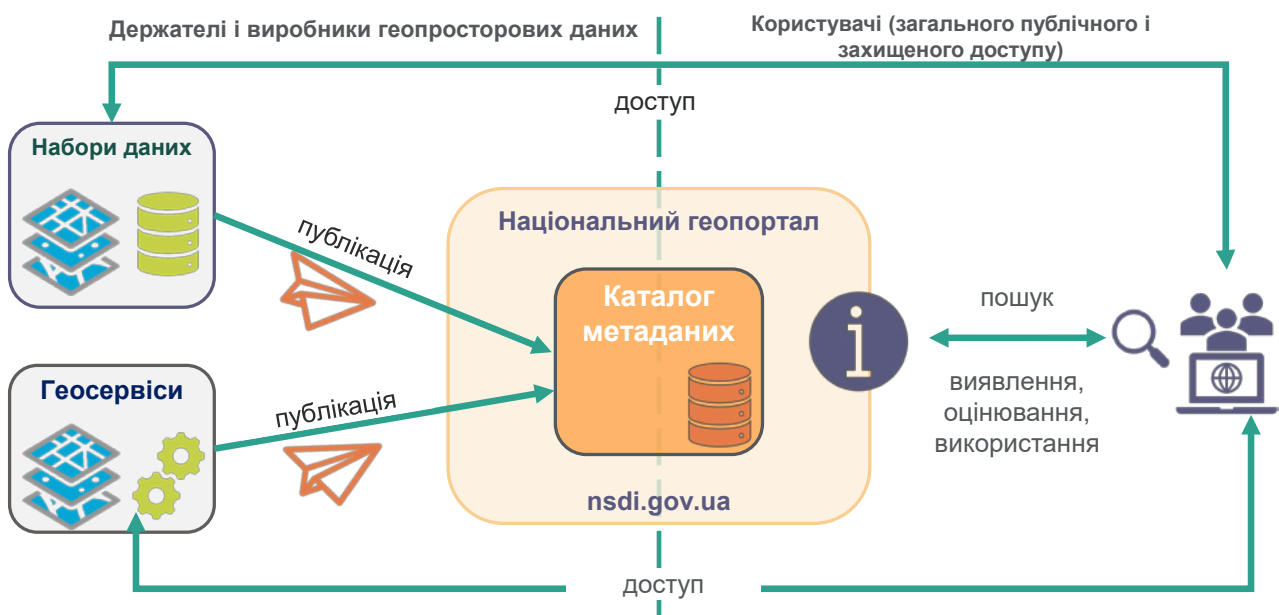


Рис. 5.4. Призначення метаданих відповідно до Порядку функціонування НІГД

- 2) **Уніфікація метаданих:** після визначення їх елементів, метадані повинні відповідати встановленим міжнародним та національним стандартам та форматам, наприклад, ISO 19139, ISO 19115, ISO 19115 частина 1, 2, та 3, ISO 19157;
- 3) **Публікація метаданих** відбувається за допомогою сервісів національного геоportалу та його каталогу метаданих, що дозволяє іншим користувачам знайти та використувати ці дані в мережі Інтернет.

Важливо зазначити, що процес створення метаданих може бути складнішим і залежати від специфічних вимог та профілів стандартів, що використовуються у певній галузі, але за допомогою цього навчального посібника розглянуті процеси формування метаданих стануть зрозумілишими та легшими у їх реалізації.

5.1.3. Нормативно-правове та методичне забезпечення метаданих

Основною нормативною та методичною базою для роботи з метаданими є:

- Закон України «Про національну інфраструктуру геопросторових даних»;
- Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних» від 26 травня 2021 р. № 532;
- Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 р. № 347 «Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних»;
- Методичні рекомендації щодо оприлюднення геопросторових даних та метаданих на національному геоportалі органами місцевого самоврядування.

Відповідно до п. 33 Порядку держателі даних забезпечують створення метаданих для наборів геопросторових даних і геоінформаційних сервісів, а також постійне оновлення метаданих, їх реєстрацію та відображення на національному геоportалі [5].

Відповідно до п. 24 Порядку Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру відповідає за метадані базових геопросторових даних [5].

Відповідно до п. 34 Порядку органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, юридичні та фізичні особи як держателі геопросторових даних можуть виробляти та оновлювати тематичні геопросторові дані та метадані самостійно, а також замовляти виробництво та оновлення тематичних геопросторових даних і метаданих [5]. Відповідно до п. 35 Порядку також вони зобов'язані розміщувати метадані на національному геоportалі, після чого їх підтримувати та оновлювати [5].

Саме держателі геопросторових даних забезпечують актуальність, достовірність, обґрунтованість, повноту, точність, відкритість, інтероперабельність геопросторових даних та метаданих.

Отже, робота з метаданими регламентована відповідним законодавством України, де чітко визначено хто, коли і яким чином повинен формувати та оновлювати метадані.

5.1.4. Уніфікація метаданих на основі міжнародних стандартів

Розроблення стандарту метаданих ISO 19115 почалася в середині 1990-х, прийнято цей стандарт у 2003 році [62].

ISO 19115 був розроблений професійною спільнотою у сфері геоінформатики та надає ширший набір метаданих, ніж наприклад, Дублінське ядро, з багатьма елементами метаданих, спеціально зосередженими на геопросторову складову даних [62]. Метадані, які розроблені за стандартами ISO, є гнучкими і орієнтовані на нові технології. Також ці стандарти переглядаються членами Технічного комітету кожні 5 років.

Існує два покоління стандартів.

Перше покоління сформувало початкове розуміння багатьох аспектів метаданих. Під час їх впровадження та використання були виявлені проблеми, які вимагали змін і відповідних адаптацій, щоб краще задовольняти потреби користувачів [62].

Зображення, наведене на *рис. 5.5*, демонструє зв'язок між ISO 19139 XML схема метаданих, 19115 – Метадані та іншими стандартами ISO двох поколінь.

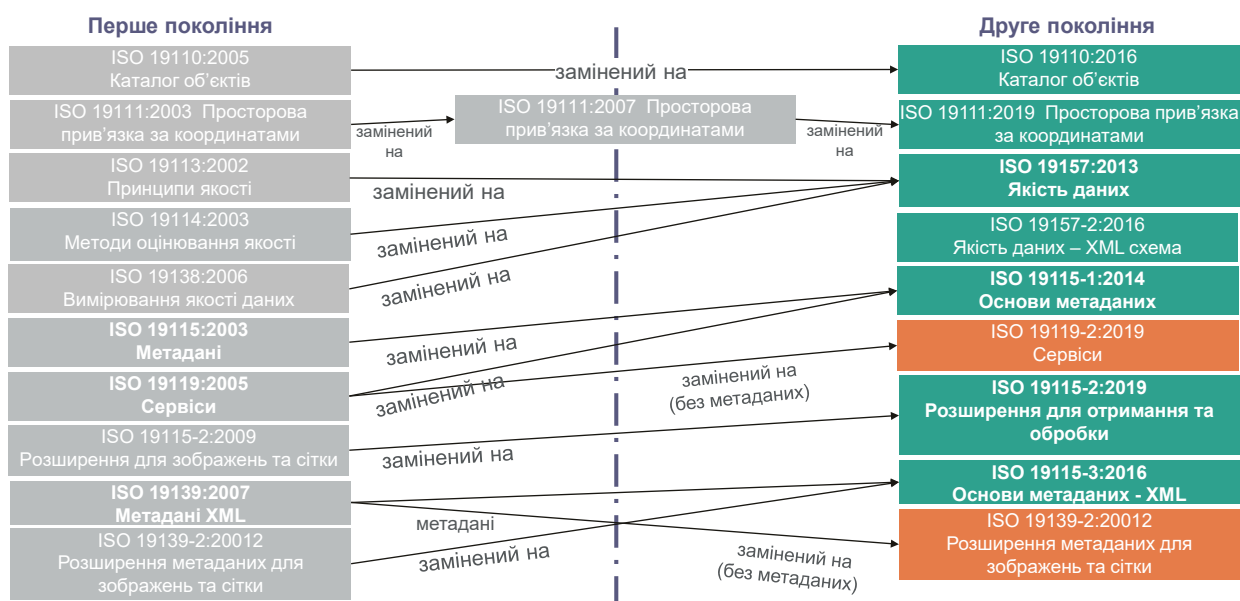


Рис. 5.5. Уніфікація метаданих на основі міжнародних стандартів двох поколінь
(Адаптовано авторами, DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi8060280>)

- **Схема ISO 19139** визначає систему кодування метаданих, а ISO 19115 визначає їх структуру, яка використовується для опису геопросторових даних, тоді як ISO 19119 описує геоінформаційні сервіси [62]. Стандарт ISO 19115 можна розширити для відображення характеристик різних моделей геопросторових даних, наприклад, растрові зображення, GRID та TIN моделі. Цей стандарт може бути розширений для відображення вимог певної держави або організації, утворюючи окремий профіль метаданих.
- **ISO 19115** – це комплексна модель, яка містить понад 300 елементів метаданих для опису наборів даних. Більшість з них можна застосовувати за бажанням. Однак стандарт визначає лише концептуальну схему на основі моделей UML і пов'язаних списків кодів.
- **ISO 19139** – це стандарт метаданих, присвячений документуванню геопросторових даних у форматі XML на основі структури ISO 19115 (ISO 19139:2007 та ISO 19115:2005).
- **ISO 19119** описує структуру моделі метаданих для екземплярів геоінформаційних сервісів, щоб забезпечити пошук, виявлення та використання доступних сервісів.

До **другого покоління** відносяться стандарти метаданих, які містять більш розширений склад та деталізований формат XML, а якість даних вже формується в окремий стандарт **ISO 19157**. Саме стандарти другого покоління лягли в основу розроблення Технічних вимог до метаданих, затверджених наказом Мінагрополітики.

Порівнюючи ці два покоління стандартів, сформовано такі висновки:

- розширено деякі елементи метаданих;
- збільшено до 400 елементів метаданих з 300;
- додано метадані для сервісів, отримані з ISO 19119:2005 та ISO 19119:2005/Amd 1:2008;
- якість даних перенесено в окремий стандарт ISO 19157;
- було розширено багато списків кодів.

Одними із головних відмінностей є те, що **ISO 19115-1** описує метадані наборів геопросторових даних, їх комплектів та сервісів і цей стандарт імпортує елементи якості з ISO 19157 – Якість даних.

Стандарт метаданих **ISO 19115-1** визначає розширений набір елементів метаданих, необхідних для опису геоінформаційних ресурсів.

Пакет **MD_Metadata** визначає схему для опису повного набору метаданих про ресурс та власне метаданих про метадані (рис. 5.6).

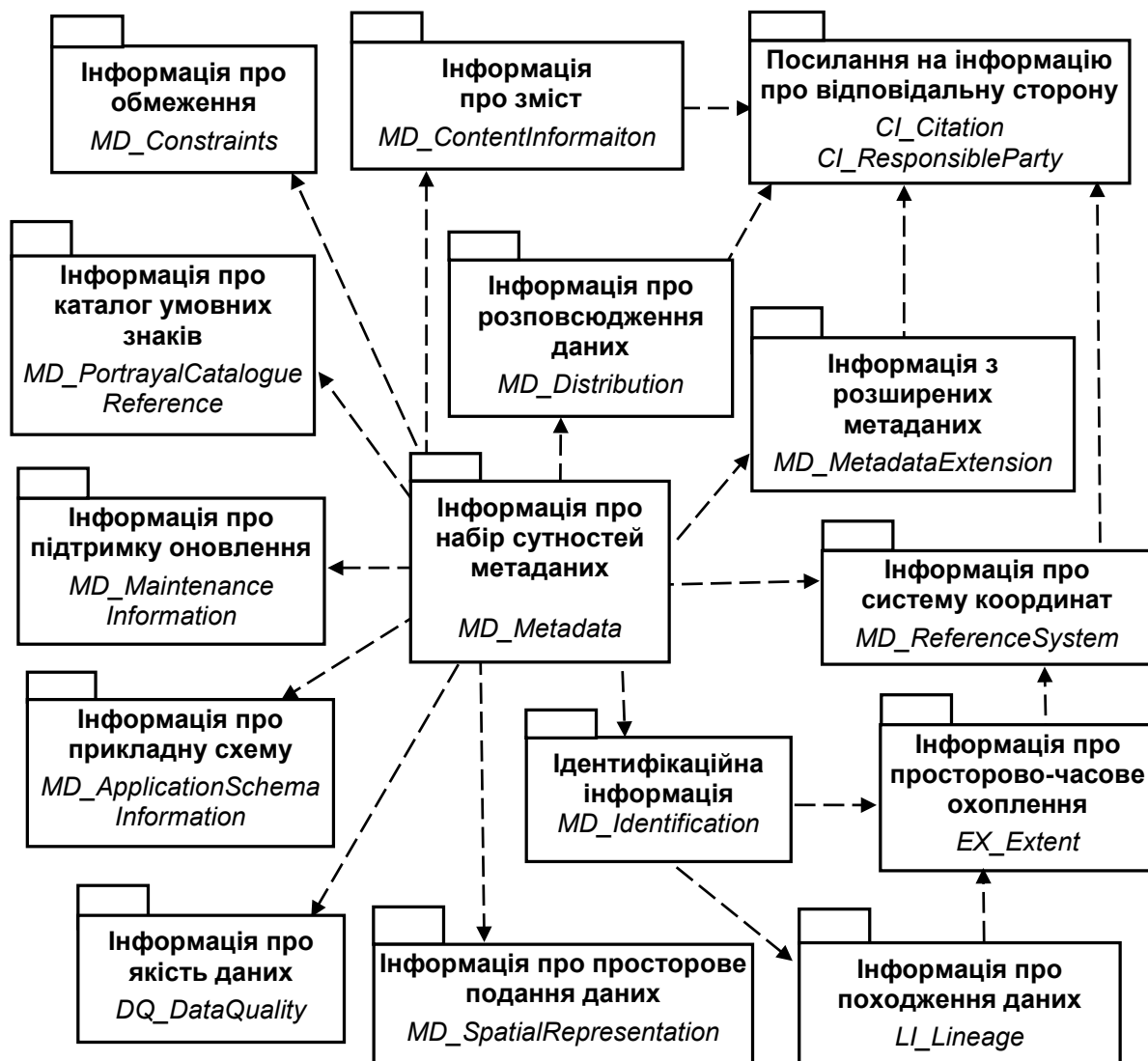


Рис. 5.6. Пакет *MD_Metadata* відповідно до ISO 19115 [53]

Основний клас ***MD_Metadata*** містить інформацію про набір сутностей метаданих, яка є агрегацією 8 класів: клас унікальної ідентифікації; клас обмеження доступу до даних; клас якості даних; клас підтримки даних; клас просторового подання; клас систем координат; клас змісту та клас поширення даних (рис. 5.7).

Елементи метаданих документують різні аспекти ресурсів, включаючи їх ідентифікацію, відповідну інформацію про якість, просторове подання та опис вмісту даних ресурсу. Кожен аспект розглядається шляхом визначення певного набору елементів, що групуються та документуються. Цей механізм групування важливий для користувачів, особливо коли кількість цих елементів метаданих стає великою.

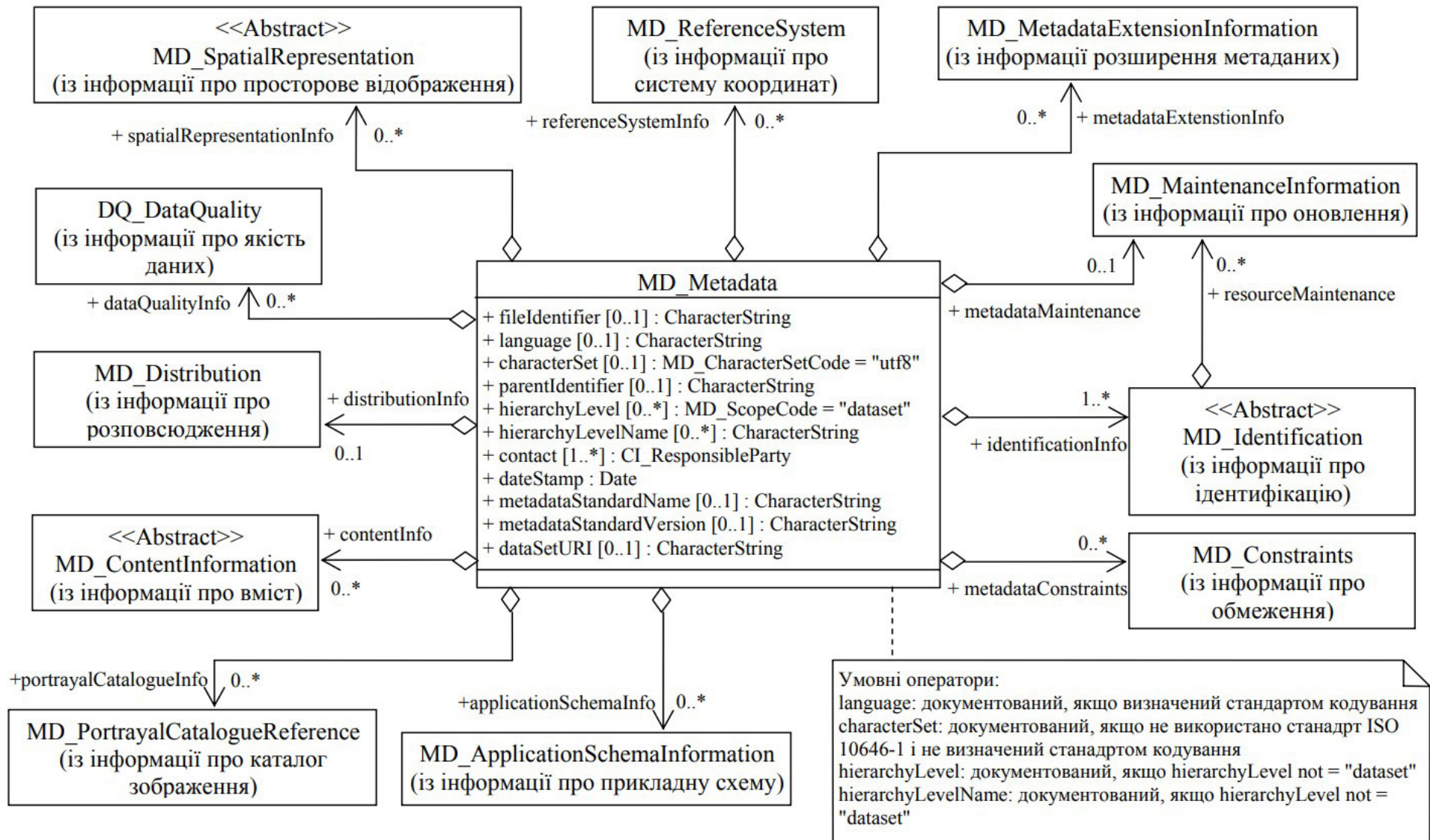


Рис. 5.7. UML-діаграма класів метаданих відповідно до ISO 19115 [53]

UML-діаграма класу **MD_Metadata** подана на рис. 5.8. Для нагадування складових класу об'єктів зображено підписи його елементів.

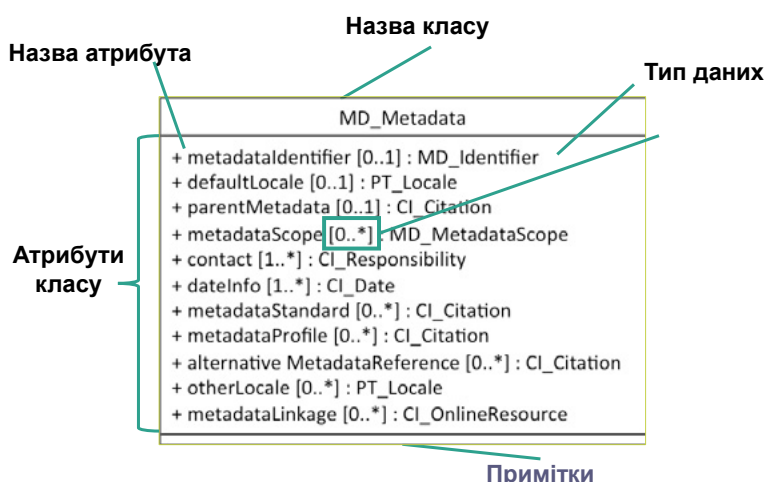


Рис. 5.8. UML-діаграма класу **MD_Metadata**

Які проблемні питання було вирішено після переходу з ISO 19115 до ISO 19115-1:

- відсутня структурована інформація про ролі людей та їх організації;
- обмежений перелік ролей людей та організацій;
- відсутня можливість використання ліцензій Creative Commons для наборів даних та сервісів;
- не передбачено, що набори геопросторових даних є частиною комплексу наборів даних;
- обмежений моніторинг змін метаданих протягом усього життєвого циклу геопросторових даних;
- відсутня можливість зазначення двох або більше веб-ресурсів у метаданих ресурсу;
- не передбачено наявність у метаданих ідентифікаторів з різних джерел і просторів імен.

У ISO 19115 клас «Відповідальна сторона» передбачав використання списку кодів за правилом: для однієї ролі встановлено лише одну особу або організацію. Це ускладнювало повторне використання інформації для кількох відповідальних осіб. У ISO 19115-1 клас ролей нормалізовано, щоб дані про людей та їх організації можна було використовувати повторно зі збереженням цілісності даних [74].

Списки кодів у першому поколінні стандарту містили 11 унікальних значень, згодом було додано ще 9 нових значень з метою розширення кола учасників у життєвому циклі метаданих [74].

У ISO 19115 клас обмежень доступу до даних не містив типи ліцензій Creative Commons, що ускладнювало процес формування метаданих. Тому завдяки профілю метаданих Морської спільноти у другому поколінні стандарту ці типи було враховано у описі обмежень [74].

Концепція батьківських/дочірніх зв'язків між метаданими для комплектів наборів геопросторових даних та елементів у комплекті реалізована через тип даних `CharacterString` [74]. Проте ISO 19115-1 змінює цей тип даних на окремий клас посилань, забезпечивши однозначну ідентифікацію батьківських метаданих.

ISO 19115-1 включає деякі типи дат для метаданих. ISO 19115-1 містить мінімум у 3 рази більше типів дат, ніж ISO 19115, , що дозволяє відстежувати метадані протягом усього їх життєвого циклу [74] (рис. 5.9).

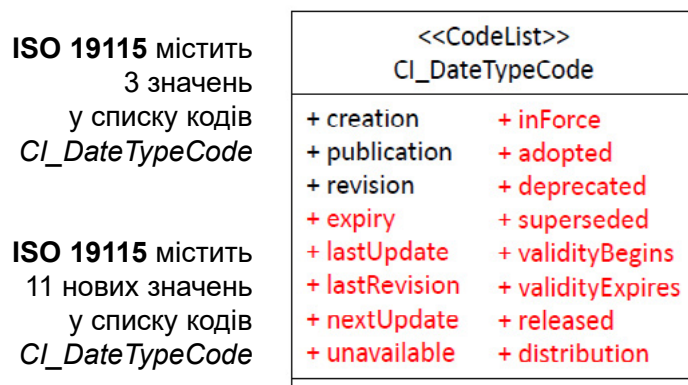


Рис. 5.9. Домен типів дат `CI_DateTypeCode`
(Адаптовано авторами, джерело [74])

У ISO 19115 використовувалось клас посилань, який призначений для цитування ресурсів. У ISO 19115-1 додано два нових елементи до класу посилань, а саме веб-адрес цитованого ресурсу та графічне зображення, яке ілюструє ресурс [74].

У ISO 19115-1 додано три важливі елементи у класі унікальної ідентифікації [74] (рис. 5.10):

- *codespace* надає простір імен для ідентифікатора;
- *version* забезпечує механізм для версійності ідентифікаторів;
- *description* атрибут, який може допомогти користувачам зрозуміти що це за ідентифікатор.

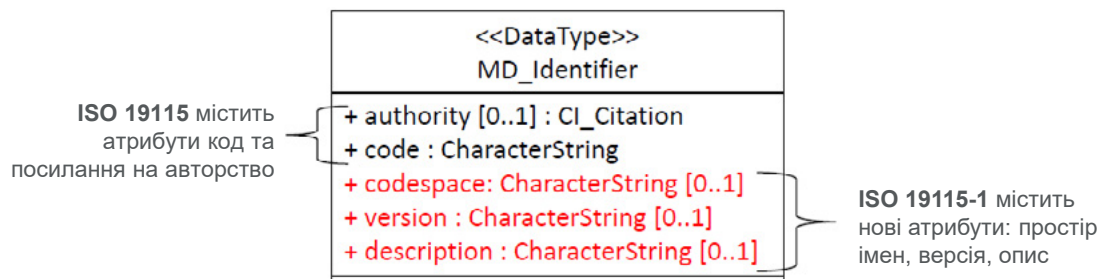


Рис. 5.10. Клас унікальної ідентифікації `MD_Identifier`
(Адаптовано авторами, джерело [74])

Основна різниця між стандартами двох поколінь полягає в тому, що ISO 19115-1 є розширенням ISO 19115 з метою покращення і доповнення стандарту першого покоління.

Підводячи підсумки, слід зазначити, що порівняння цих двох поколінь стандартів, по-перше, демонструє стрімкий розвиток уніфікації метаданих шляхом їх стандартизації, а по-друге, на сьогодні різні програмні засоби, геопортали, геоінформаційні системи підтримують здебільшого ще перше покоління стандартів, а перехід на нове покоління досі триває.

Держателям, замовникам послуг із розроблення систем, наборів даних, специфікацій **наполегливо рекомендується** використовувати саме ISO 19115-1, оскільки цей стандарт є чинним та задовольняє різні потреби користувачів, що доведено міжнародною практикою.

5.2. Профілі та елементи метаданих геоінформаційних ресурсів НІГД

5.2.1. Принципи створення профілів стандартів

Профіль — це документ, який описує, як адаптувати та застосовувати стандарт для певної спільноти, якою може бути регіон, країна, організація чи галузь [53]. Для максимальної гнучкості та застосування стандарти часто є широкими та загальними. Профіль зазвичай має конкретну, вузьку спрямованість і чітко визначає обов'язкові чіткі поведінки для застосування стандарту для передбачуваної спільноти.

Профіль полегшує держателям даних послідовне застосування стандарту та допомагає створити сумісність між різними учасниками НІГД, які використовують стандарт. Зазвичай держателі переглядають і розтлумачують ширше стандарт з урахуванням власних потреб, а потім документують цю інтерпретацію в профілі.

Концептуальне подання спільного профілю на *рис. 5.11* показує взаємозв'язки між основними компонентами метаданих, профілем усесторонніх метаданих та національними, регіональними чи організаційними профілями. Внутрішнє коло містить основні компоненти метаданих. Усесторонні метадавні включають основні їх компоненти. Спільний профіль має містити основні компоненти метаданих, але не обов'язково всі інші компоненти. Додатково він може містити розширення метаданих, які мають бути визначені за правилами розширення метаданих.

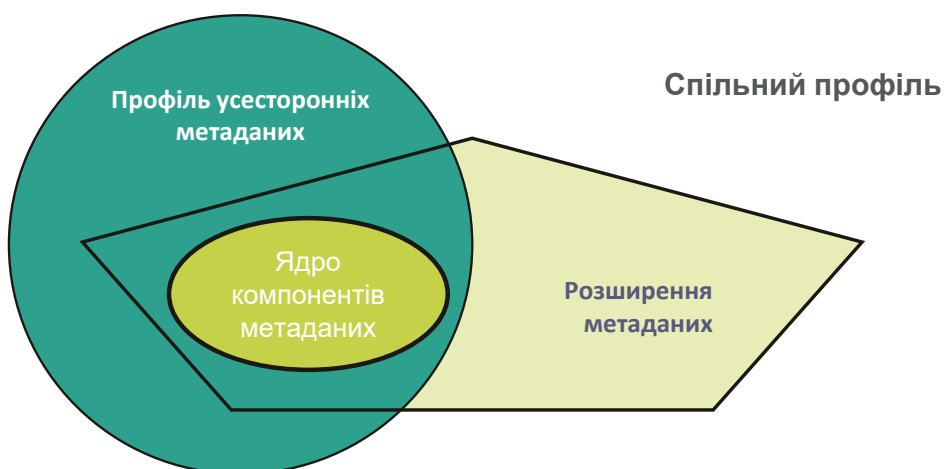


Рис. 5.11. Спільний профіль (Адаптовано авторами, джерело [36])

Відповідно до Технічних вимог до метаданих склад профілів визначено відповідно до правил створення профілів, сформульованих у ISO 19115-1 [7]:

- 1) перед створенням профілю користувач має перевірити зареєстровані профілі на офіційному сайті органу зі стандартизації;

- 2) профіль не може змінювати ім'я, визначення або тип даних елемента метаданих;

- 3) профіль повинен включати:
 - ядро метаданих, визначених у ISO 19115-1 для набору геопросторових даних або для геоінформаційних сервісів, визначених цим стандартом;
 - усі обов'язкові метадані всіх обов'язкових розділів зазначеного стандарту;

- 4) профіль повинен бути доступний кожному, хто отримує метадані, що створені відповідно до цього профілю.

Наприклад, профіль метаданих для енергетичної галузі – це адаптація цих стандартів для задоволення конкретних потреб енергетичної галузі. Його було розроблено відповідно до положень ISO 19115-1, щоб уточнити використання об'єктів і елементів цього стандарту, а також методи кодування таким чином, щоб послідовний зміст і кодування записів метаданих дозволяли автоматизувати генерацію та підтримку метаданих у робочих потоках обробки даних [62].

Ці стандарти метаданих і рекомендації були розроблені, щоб допомогти усунути загальнови-знану неефективність виявлення та використання інформаційних ресурсів, як електронних, так і фізичних. Широке впровадження Профілю енергетичної промисловості, як стандарту обміну метаданими може значно покращити здатність організацій енергетичної спільноти ефективно каталогізувати, керувати, виявляти, оцінювати та отримувати доступні інформаційні ресурси, незалежно від того, де саме розміщені ці ресурси. Цей профіль рекомендовано розглянути Міністерству енергетики України та його підпорядкованим організаціям на предмет використання та адаптацій.

Правила впровадження метаданих INSPIRE визначають вказівки щодо документування геопросторових даних, якими спільно користуються країни ЄС: <https://t.ly/T4tH>.

Окрім визнаних міжнародних стандартів, національні профілі метаданих розробляються для документування геопросторових даних відповідно до національних правил і норм, наприклад, політика доступу до даних може відрізнитися від однієї країни до іншої, тому можуть знадобитися додаткові елементи метаданих для документування нових політик обміну даними.

5.2.2. Профіль INSPIRE: особливості, призначення та реалізація

До нормативних документів, що визначають INSPIRE-правила створення метаданих, належать:

- **Регламент Комісії ЄС № 1205/2008** від 3 грудня 2008 року з реалізації Директиви 2007/2 / ЄС Європейського парламенту та Ради щодо метаданих (*Regulation 1205/2008/EC implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards metadata*);
- **INSPIRE правила реалізації метаданих:** Технічні правила, основані на EN ISO 19115 та EN ISO 19119 (*INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119*), у яких визначено INSPIRE-профіль стандартів ISO 19115 й ISO 19119 щодо складу метаданих для геопросторових даних і сервісів, а також кодування елементів INSPIRE метаданих за ISO/TS 19139.

Згідно із Директиви 2007/2 / ЄС, Правила впровадження INSPIRE повинні враховувати відповідні діючі міжнародні стандарти та вимоги користувачів.

У контексті метаданих для геопросторових даних і сервісів стандарти ISO 19115, ISO 19119 і Дублінське ядро були визначені за основу (рис. 5.12).



Рис. 5.12. Профіль INSPIRE та міжнародні стандарти ISO 19115, 19119, 19139

Профіль INSPIRE визначає схему, необхідну для опису геопросторових даних і сервісів (табл. 5.1). Профіль надає інформацію про ідентифікацію, обсяг, якість, просторову та часову схему, просторову прив'язку та поширення даних. У цьому профілі ISO 19115 був застосований для каталогізації наборів даних.

Таблиця 5.1

Порівняння ISO 19115 та профілю INSPIRE

ISO 19115	ПРОФІЛЬ INSPIRE
14 груп елементів метаданих	10 груп елементів метаданих (не передбачена інформація про прикладну схему, підтримки оновлення, зміст, класифікатор)
Не містить (окремо в ISO 19119)	Містить метадані для сервісів
Не обмежено	Регламент щодо метаданих INSPIRE 1205/2008/EC вимагає наявності принаймні одного ключового слова (<i>Keyword</i>)
Не обмежено	Регламент метаданих INSPIRE 1205/2008/EC вимагає принаймні однієї властивості часового охоплення (<i>Temporal Extent</i>)
Не є обов'язковим	Елементи метаданих Походження (<i>Lineage</i>) та Мова метаданих (<i>Metadata language</i>) є обов'язковим для відповідності Регламенту щодо метаданих INSPIRE 1205/2008/EC
	Помірне збільшення обов'язкових елементів
	У метаданих необхідно зазначати ступінь відповідності набору даних правилам його реалізації
	Значення MD_ScopeCode відповідно до Директиви INSPIRE

Профіль INSPIRE визначає:

- **обов'язкові та опціональні класи метаданих та їх елементи;**
- **мінімальний набір метаданих**, необхідних для виконання усіх операцій з метаданими;
- **необов'язкові елементи метаданих**, щоб забезпечити більш розширений стандартний опис геопросторових даних, якщо це потрібно;
- **метод розширення метаданих** відповідно до спеціалізованих потреб.

Технічне керівництво для впровадження профілю метаданих INSPIRE містить у своєму додатку правила реалізації метаданих, де кожен необхідний елемент метаданих визначається через його ідентифікацію, назву, опис та обмеження.

Реалізація метаданих INSPIRE базується на прикладній схемі стандарту ISO 19139. Таким чином, ті самі правила для визначення типів даних, множинності та обов'язковості мають бути дотримані. Однак тут важливо зазначити, що повідомлення про успішну валідацію метаданих за вимогами ISO не означає, що дотримані усі вимоги INSPIRE. Наприклад, клас походження даних є необов'язковим у стандарті ISO 19115, але – обов'язковим у профілі метаданих INSPIRE.

Саме такі приклади пояснюють, чому у п. 5.1 і тут виконано порівняльний аналіз стандартів двох поколінь та профілів різних держав. Під час формування метаданих, а особливо, їх валідації дуже важливо попередньо визначити їх структуру, яка залежить від обраного профілю або стандарту. Бо якщо валідація, тобто перевірка, метаданих пройшла успішно відповідно до профіля INSPIRE, то це не означає, що вона буде відповідати стандартам ISO першого, а тим паче другого поколінь. Також на це і впливає рівень розвитку існуючого інструментарію для роботи з метаданими.

5.2.3. Профілі НІГД для підтримки метаданих геоінформаційних ресурсів

Відповідно до ISO 19115 основний клас **MD_Metadata** агрегує у собі розділи метаданих, такі як:

- якість метаданих;
- ідентифікація,
- інформація про їх оновлення;
- розширення метаданих;
- їх обмеження;
- система координат;
- просторове відображення;
- розповсюдження;
- вміст метаданих.

На його основі розробляють також профілі метаданих у міжнародних проєктах зі створення інфраструктур геопросторових даних на глобальному та регіональних рівнях. Таким прикладом є розглянутий профіль INSPIRE, а також проєкт національного профілю стандарту ДСТУ ISO 19115.

У рамках українсько-японського проєкту «Створення національної інфраструктури геопросторових даних в Україні» було розроблено проєкт національного профілю стандарту ДСТУ ISO 19115-1:2014 (рис. 5.13).

ISO 19115-1 визначає два рівні метаданих – **основні, або мінімально потрібні, елементи метаданих і повний перелік метаданих**, які називають також комплексними, або всеохопними, елементами метаданих (comprehensive metadata elements) [53].

Докладний опис більшості елементів можна знайти тільки в деяких стандартах, наприклад, метадані про якість даних повністю описано в ISO 19157 «Якість даних». Взаємозв'язок цього стандарту з іншими дозволяє забезпечити повноту метаданих та передбачити різні потреби користувачів під час пошуку необхідних ресурсів [53].

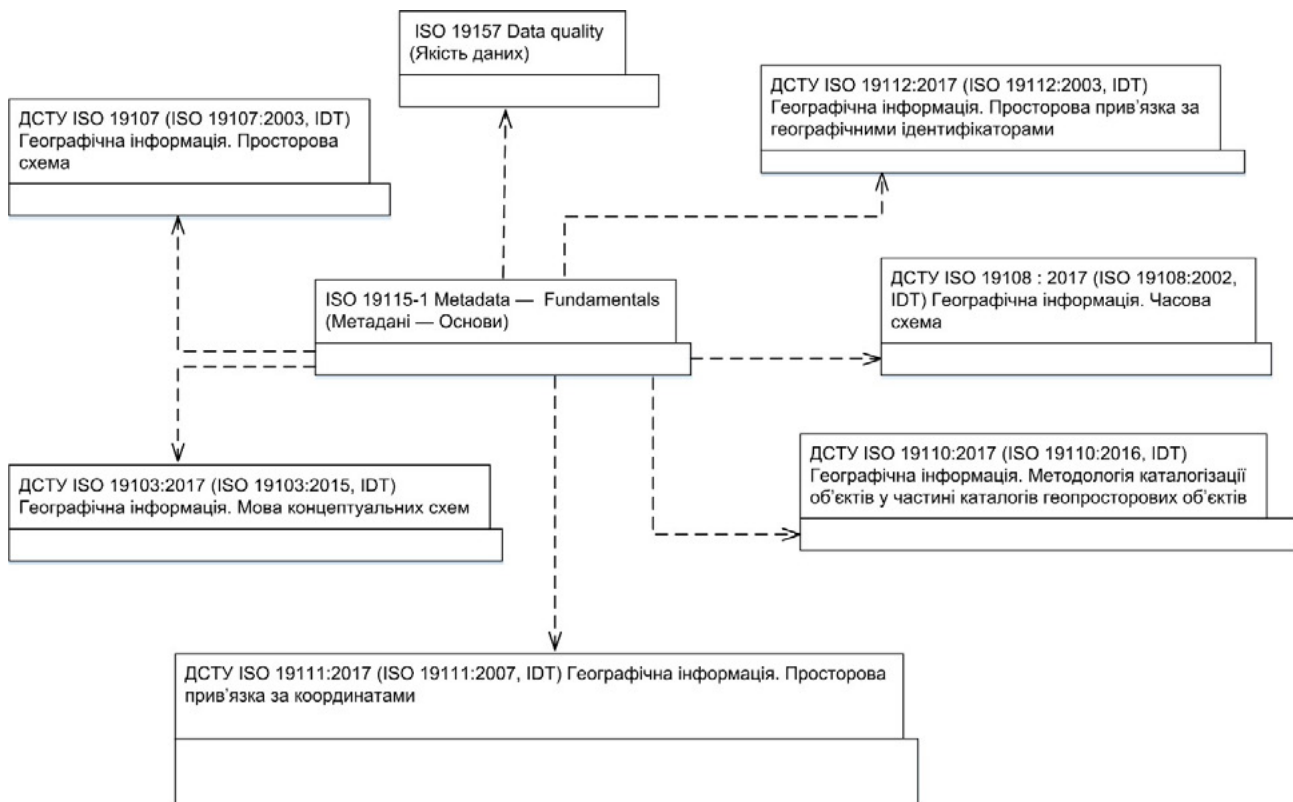


Рис. 5.13. Базовий пакет метаданих та його взаємозв'язок з іншими пакетами стандартів ISO за проектом ДСТУ ISO 19115-1 [36]

5.2.4. Склад профілів НІГД

Набори метаданих

складаються з одного або більше розділів метаданих, тобто UML-пакетів, які містять класи метаданих. У кожному пакеті визначено обов'язкові й опціональні елементи метаданих.

У проекті національного профілю стандарту визначено методи розширення метаданих додатковими елементами для відповідності спеціальним вимогам, а також правила створення профілів метаданих.

Донедавна метадані сприймали як додаткові окремі фрагменти інформації для набору даних. Проте сучасна концепція стандартів другого покоління розглядає метадані як невід'ємну частину даних, створювану разом з ними, яка завжди їх супроводжує, зокрема під час копіювання, переміщення, перейменування або експорту даних, і ніколи не втрачається [62].

У складі практично всіх найпоширеніших інструментальних ГІС містяться модулі для створення основних елементів метаданих для наборів геопросторових даних та їх зберігання в XML-файлах за схемою ISO 19139. Засоби формування і каталогізації метаданих реалізовано також на національному геопорталі [47].

В ISO 19115-1 визначено понад 400 елементів метаданих. Повний опис набору метаданих забезпечується пакетом **MD_Metadata** [53].

У склад проєкту національного профілю стандарту метаданих включено базові та розширені елементи метаданих міжнародного стандарту ISO 19115-1, а також адаптовані елементи та класифікатор для опису систем координат, що застосовуються на території України. Цей стандарт визначає загальні метадані, що мають місце у сфері географічної інформації. У табл. 5.2 наведено сім обов'язкових елементів метаданих, які держатель повинен визначити та постачати разом з набором геопросторових даних.

Метою стандарту ISO 19115-1

є встановлення вимог до формування наборів метаданих на геопросторові дані та забезпечення на його основі умов для досягнення інтероперабельності метаданих, що створюються та постачаються різними виробниками.

Український проєкт ISO 19115-1 – це стандарт, який визначає метадані, які необхідні для опису всіх видів ресурсів.

Метадані застосовуються:

- для опису комплектів наборів;
- власне наборів даних і їх складових частин (наприклад, типів об'єктів, їх атрибутів, екземплярів);
- програмного забезпечення;
- апаратних засобів;
- сервісів;
- табличних даних;
- та інших видів ресурсів.

Мінімальний набір елементів метаданих для геопросторових даних за ISO 19115-1 [47]

НАЗВА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТАДАНИХ	СТАТУС
Назва набору даних	М
Дата випуску набору даних	М
Сторона, відповідальна за набір даних	О
Просторове охоплення набору даних (за координатами або за географічним ідентифікатором)	С
Мова набору даних	М
Набір символів для набору даних	С
Тематична категорія набору даних	М
Просторове розрізнення набору даних	О
Абстрактний опис набору даних	М
Формат розповсюдження	О
Онлайн-ресурс	О
Тип просторового подання	О
Система координат	О
Джерело даних	О
Додаткова інформація про екстент для набору даних (вертикальний та часовий)	О
Ідентифікатор файла метаданих	О
Назва стандарту на метадані	О
Версія стандарту на метадані	О
Мова метаданих	С
Набір символів метаданих	С
Контакти відповідального суб'єкта	М
Дата складання метаданих	М

Примітка.

Після назви елемента метаданих літерою позначено: **М** – обов'язковий елемент; **С** – елемент обов'язковий за певних умов; **О** – рекомендований / опціональний.

Відповідно до Технічних вимог до метаданих, затверджених наказом Мінагрополітики у профілі метаданих для наборів геопросторових даних НІГД включено відповідно 26 елементів із понад 400 елементів загального набору, визначених у ISO 19115-1.

Найменування і типи даних елементів метаданих відповідають міжнародним та національним стандартам другого покоління.

Склад профілю метаданих для наборів геопросторових даних НІГД, який визначено у Додатку 1 до зазначених Технічних вимог, включає:

- ядро елементів метаданих для виявлення наборів геопросторових даних та їх комплектів;
- елементи метаданих з додатковими відомостями про референцну систему координат набору, стадію виробництва даних, їх відповідність певній специфікації, частоту оновлення, а також додаткові відомості про набір метаданих для їх коректного використання пошуковими сервісами.

У табл. 5.3 наведено ядро метаданих набору, з яких 14 є обов'язковими для ведення держателями даних, чотири обов'язкових за певних умов [7].

Склад профілю метаданих для геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних, який визначено у Додатку 2 до зазначених Технічних вимог, включає:

- ядро елементів метаданих для виявлення геоінформаційних сервісів;
- а також елементи з додатковими відомостями про набір метаданих для їх коректного використання пошуковими сервісами.

У табл. 5.4 наведено ядро метаданих сервісів, з яких 12 є обов'язковими для ведення держателями даних, два обов'язкових за певних умов і один опціональний [7].

Таблиця 5.3

**Ядро елементів метаданих
геопросторових даних]**

НАЗВА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТАДАНИХ	СТАТУС
Унікальний ідентифікатор метаданих	0
Назва ресурсу	0
Дата створення/оновлення ресурсу	0
Унікальний ідентифікатор ресурсу	У
Контактна інформація відповідальних за ресурс	0
Просторове охоплення	0
Мова ресурсу	0
Тематична категорія ресурсу	0
Просторове розрізнення	У
Тип ресурсу	0
Стислий опис ресурсу	0
Додаткова інформація про часове та/або вертикальне охоплення ресурсу	У
Походження ресурсу	0
Онлайн доступ до ресурсу	У
Ключові слова	0
Обмеження щодо доступу та використання ресурсу	0
Дата створення/оновлення метаданих	0
Контактна інформація відповідальних за метадані	0

Примітка.

Після назви елемента метаданих літерою позначено:

0 – обов'язковий елемент;

У – елемент обов'язковий за певних умов.

Таблиця 5.4

**Ядро елементів метаданих
сервісів**

НАЗВА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТАДАНИХ	СТАТУС
Унікальний ідентифікатор метаданих	0
Назва сервісу	0
Дата створення/оновлення сервісу	0
Унікальний ідентифікатор сервісу	Н
Сторона відповідальна за сервіс	0
Просторове охоплення	0
Тематична категорія ресурсу	0
Тип сервісу	0
Тип ресурсу	0
Стислий опис сервісу	0
Стандарт, якому відповідає сервіс	0
Онлайн доступ до ресурсу	0
Ключові слова	0
Обмеження щодо доступу та використання ресурсу	0
Тип зв'язності сервісу з ресурсом даних	у
Опис ресурсу зв'язаного із сервісом	у

Примітка.

Після назви елемента метаданих літерою позначено:

0 – обов'язковий елемент;

У – елемент обов'язковий за певних умов.

5.2.5. Інструментальні засоби для підтримки і формування метаданих

Перший інструмент це **GeoCat Bridge**. Програмний засіб, який забезпечує можливість публікації метаданих із середовища QGIS та передбачає редактор для створення метаданих у форматі ISO 19139. Метою цього редактора є заповнення мінімального необхідного набору метаданих. GeoCat Bridge використовує вбудовані інструменти перевірки QGIS і відобразити результат валідації метаданих [72] (рис. 5.14).

Якщо файл з метаданими існує і він відформатований до структури ISO 19139, Bridge перетворить його у формат метаданих QGIS і завантажить у проєкт. Слід зауважити, що під час перетворення деякі значення оригінальних метаданих можуть бути втрачені. Також слід пам'ятати, що зміни в метаданих не зберігатимуться автоматично у файлі, з якого було імпортовано метадані. Якщо працювати у ранніх версіях середовища GeoServer, необхідно використовувати PostGIS.

- + Переваги:** Можливість імпорту метаданих у форматі XML відповідно до ISO 19139 у проєкт QGIS; передбачено функціонал для створення/оновлення метаданих, їх валідації та публікування, також підтримка профілю INPSIRE.
- Недоліки:** цей інструмент забезпечує лише мінімальний набір метаданих, підтримує стандарти першого покоління (ISO 19115) та наявні комерційні продукти.

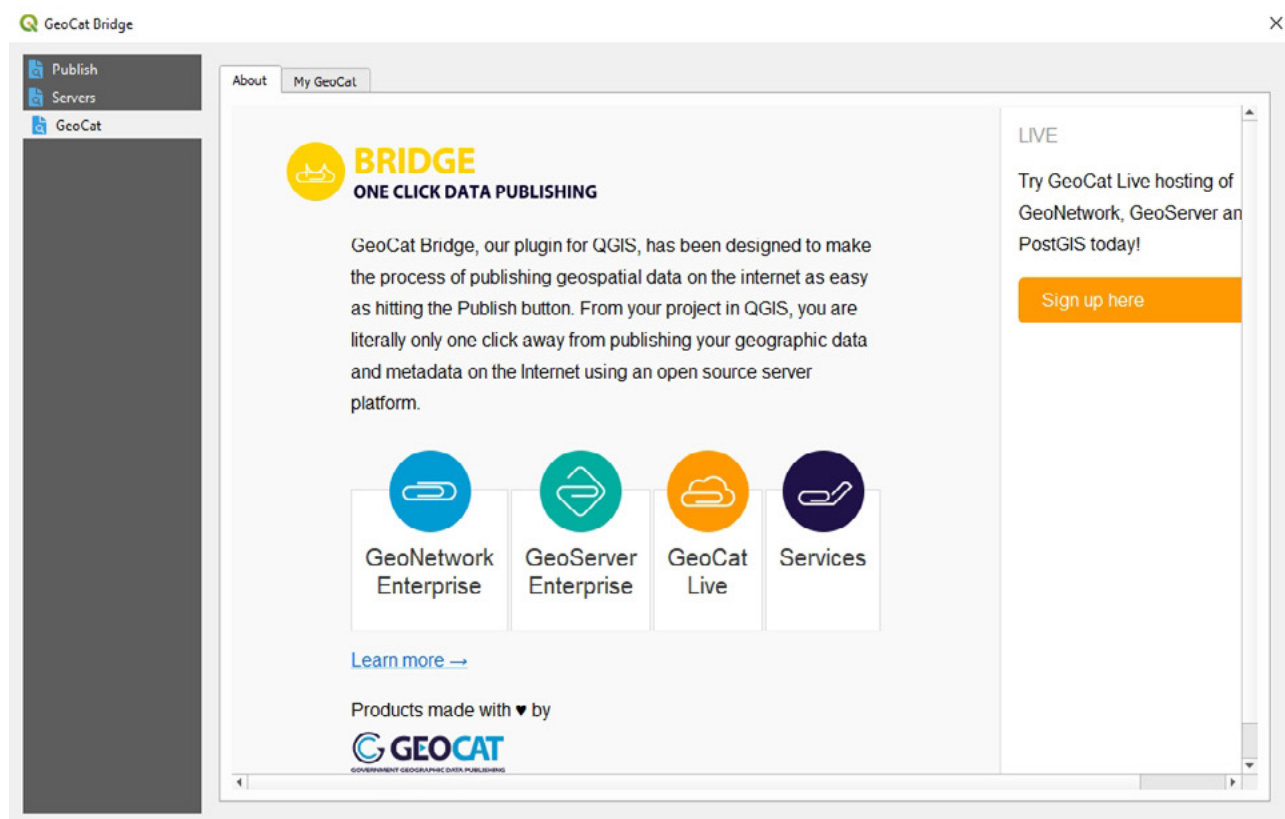


Рис. 5.14. Інтерфейс інструменту GeoCat Bridge

Програмне забезпечення **GeoNetwork Open Source** створено для організації ефективного обміну метаданими (рис. 5.15). GeoNetwork надає простий у використанні веб-інтерфейс для пошуку геопросторових даних одразу у кількох каталогах [71]. Пошуковий запит реалізовано через повнотекстовий пошук, а також фасетний пошук за ключовими словами, типами ресурсів, організаціями, масштабом тощо.

У GeoNetwork реалізовано стандарт OGC Catalog Service-Web (CSW) для каталогізації метаданих.

+ Переваги: ліцензія з відкритим кодом, передбачено функціонал для роботи з метаданими, їх валідації та публікування, а також містить інструменти моніторингу та звітності, які надають узагальнену інформацію про вміст каталогу та статистику пошуку, так само як і попердник, підтримує профіль INPSIRE.

- Недоліки: підтримка стандартів лише першого покоління (ISO 19115).

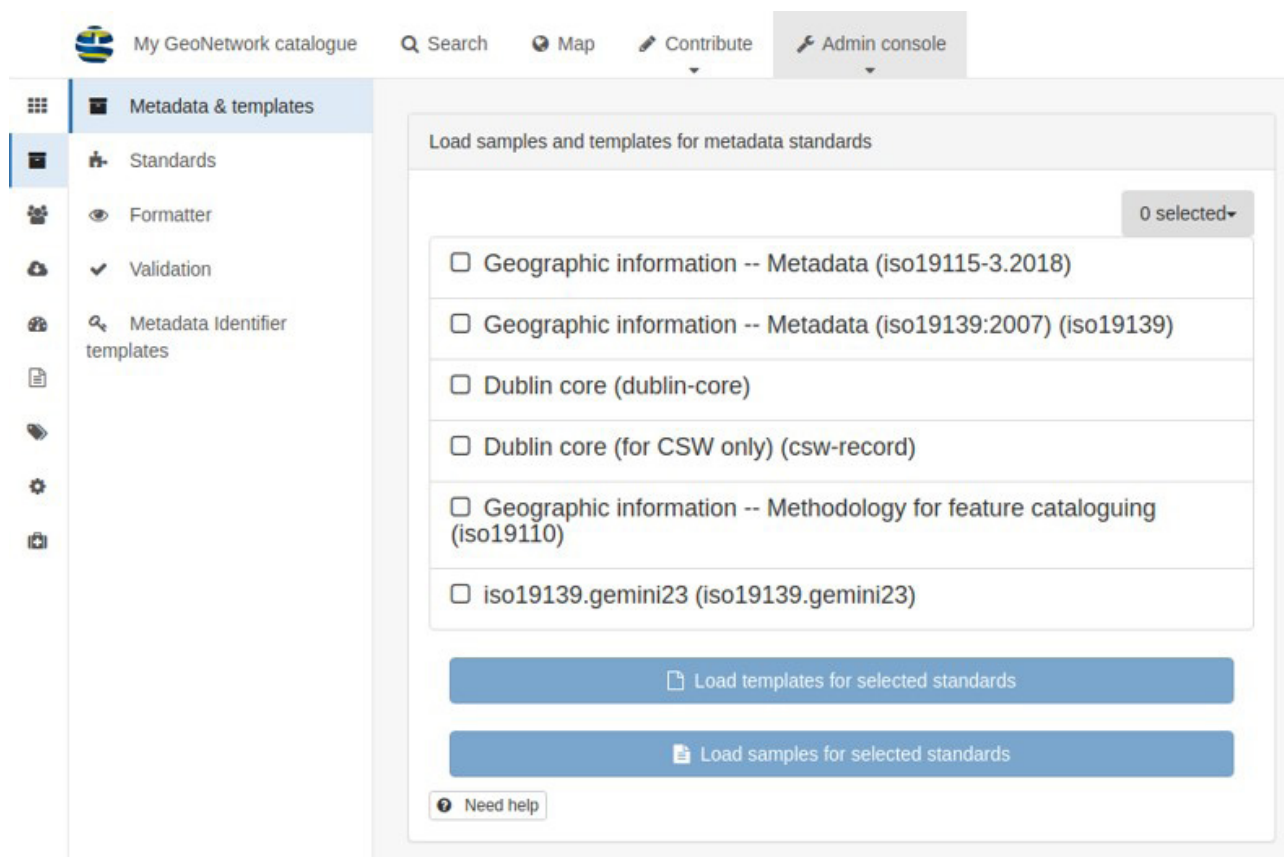


Рис. 5.15. Інтерфейс програмного забезпечення GeoNetwork Open Source

Наступний інструмент – це **PgMetadata** (рис. 5.16). Він створений для людей, які використовують QGIS як основну інструментальну ГІС, а PostgreSQL як основне сховище даних [82]. PgMetadata не розроблено як каталог, який дозволяє шукати серед наборів даних і потім їх завантажувати. Він розроблений для полегшення використання метаданих у QGIS, дозволяючи шукати дані та відкривати відповідний шар або переглядати метадані вже завантажених шарів у PostgreSQL.

Метадані шарів зберігаються у вашій базі даних PostgreSQL у спеціальній схемі. Метадані зберігаються разом із вашими даними кожного разу, коли ви створюєте резервну копію бази даних.

- + **Переваги:** ліцензія з відкритим кодом, передбачено функціонал для роботи з метаданими, також вони зберігаються разом із базою геопросторових даних, що зручно під час розгортання резервних копій баз.
- **Недоліки:** відсутній опис про реалізацію структури метаданих відповідно до стандартів ISO, метадані не публікуються, функціоналу валідації не передбачено, але можна налаштувати обмеження та структуру на рівні бази даних у відповідній схемі, де зберігаються метадані.

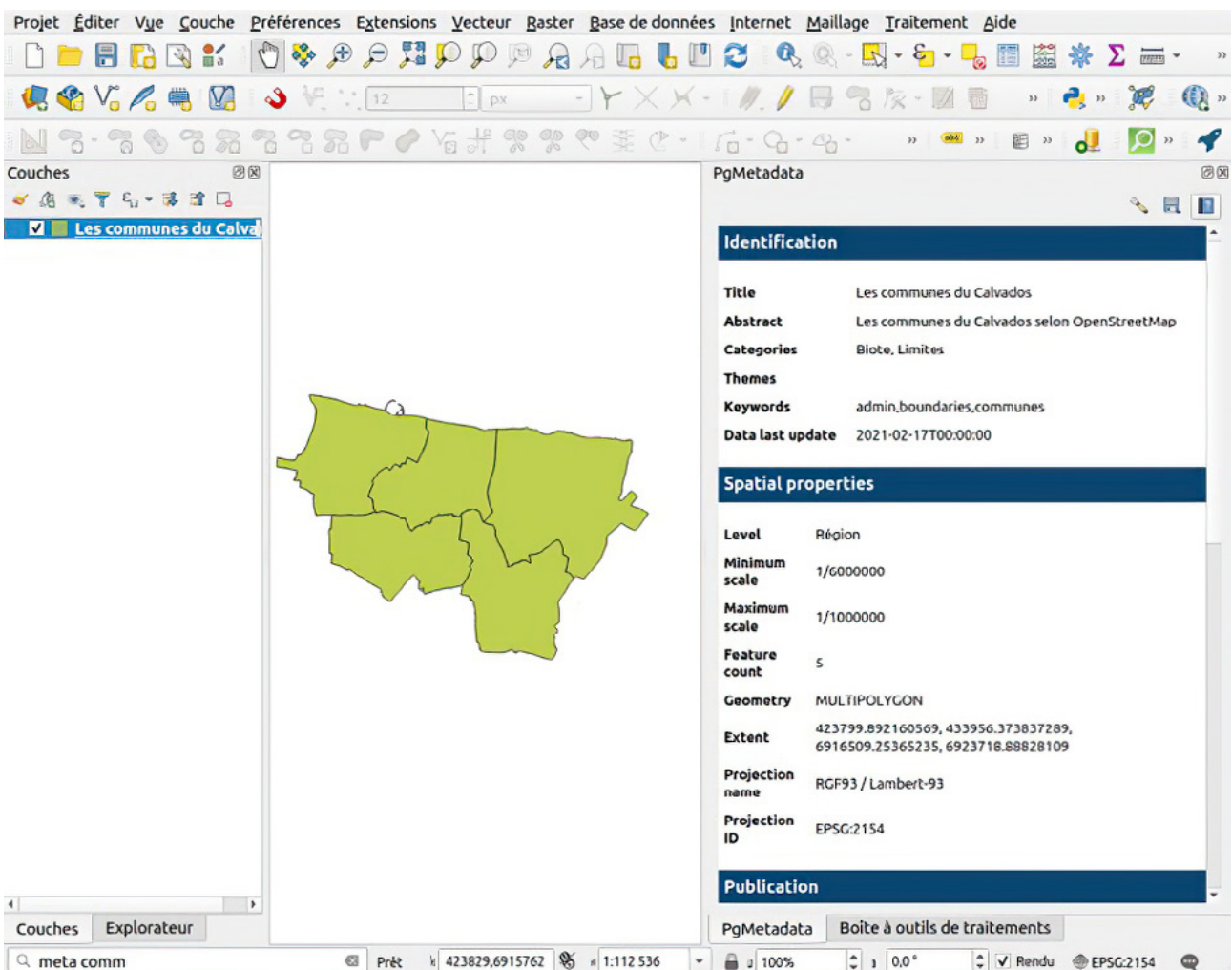


Рис. 5.16. Інтерфейс програмного забезпечення PgMetadata

У **ArcGIS Pro** метадані зберігаються разом з елементом, який вони описують (рис. 5.17). Вони копіюються, переміщуються та видаляються разом з цим елементом, наприклад, база геоданих, клас об'єктів, мозаїка растрових зображень тощо.

Ви не можете створити повні метадані ISO 19115-1 у поточній версії ArcGIS Pro, проте мінімальний набір метаданих реалізований відповідно до цього стандарту, а обмінний XML-файл відповідає структурі ISO 19115-3 [61].

- + Переваги:** підтримка стандартів другого та першого поколінь і профіль INPSIRE, передбачає функціонал створення/оновлення метаданих, їх валідацію та публікування за допомогою додаткових розширень.
- Недоліки:** пропріетарне і дороговартісне програмне забезпечення, потребує додаткового навчання.

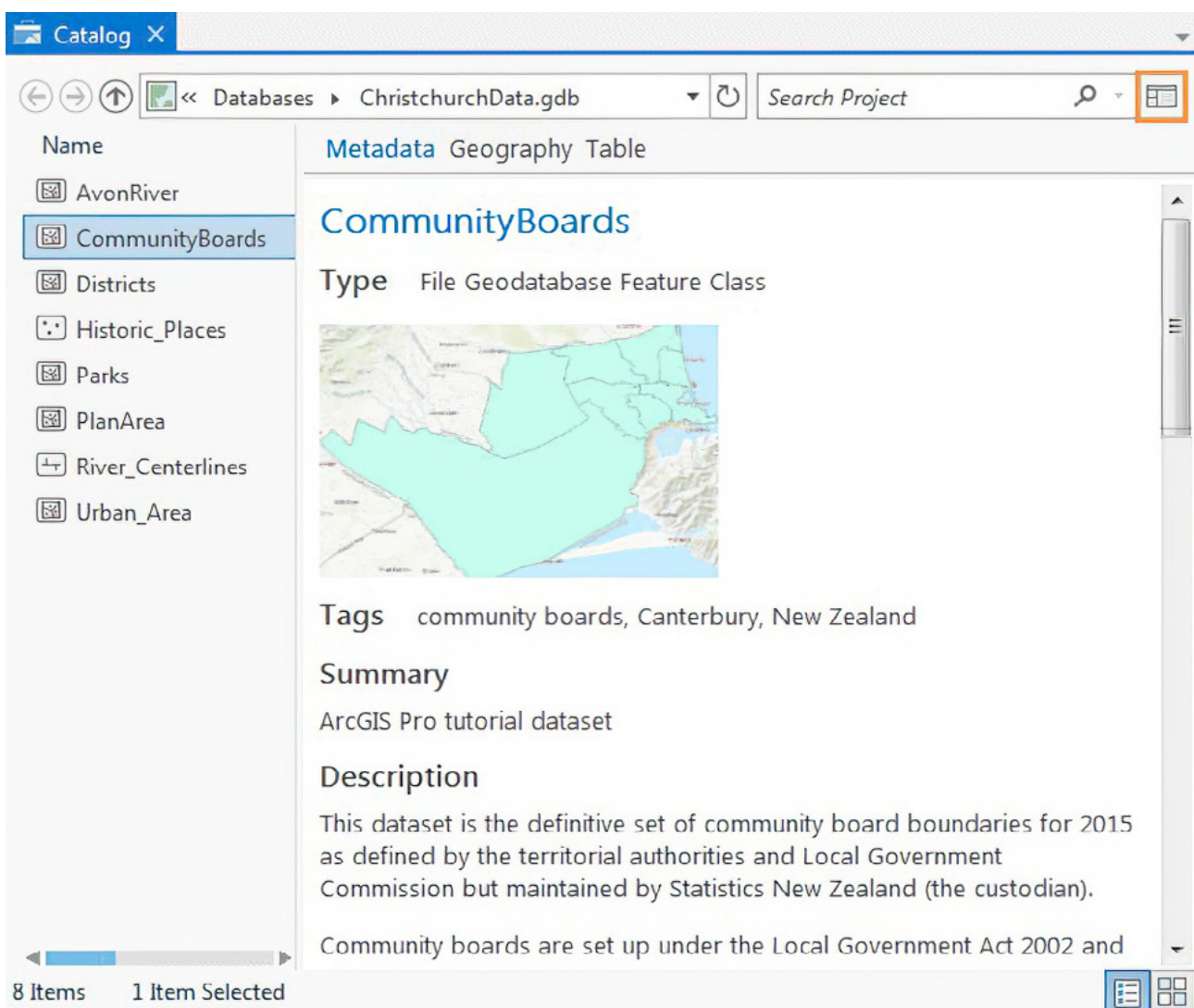


Рис. 5.17. Інтерфейс програмного забезпечення ArcGIS Pro

Проаналізувавши інструментарій для роботи з метаданими, зроблено висновок, що перехід на стандарти другого покоління триває (табл. 5.5). Першими у цій справі виявились пропрієтарні програми, що пояснюється конкуренцією на ринку послуг у сфері геоінформатики. Перейти на діючі стандарти у програмах з ліцензією з відкритим кодом можливо за рахунок науковців, волонтерів та активістів, які підтримують політику відкритих даних та відкритий програмний код.

Отже, метадані можуть постачатися разом із наборами геопросторових даних та геоінформаційними сервісами, а не лише як окремі файли.

Зважаючи на те, що дані розміщуються в глобальних інформаційних мережах різними виробниками та держателями даних, однією з головних вимог до метаданих є стандартизація їх структури, змісту, форматів подання, а також уніфікація засобів створення, розміщення, каталогізації, підтримання і використання їх в інформаційних системах та мережі Інтернет. Метадані належать до ключових компонентів інфраструктури геопросторових даних, оскільки за своїм призначенням вони становлять ядро системи пошуку, оцінювання відповідності, умов отримання та використання геопросторових даних.

Таблиця 5.5

Аналітичний огляд інструментальних засобів для підтримки і формування метаданих

НАЗВА ІНСТРУМЕНТАРІЮ	ТИП ЛІЦЕНЗІЇ	СТАНДАРТИ, ЯКІ РЕАЛІЗОВАНІ	СТВОРЕННЯ/РЕДАГУВАННЯ МЕТАДАНИХ	ВАЛІДАЦІЯ МЕТАДАНИХ	ПУБЛІКУВАННЯ МЕТАДАНИХ
GeoNetwork	Ліцензія з відкритим кодом	ISO 19115, ISO 19139, INSPIRE Profile, інші стандарти	+	+	+
PgMetadata	Ліцензія з відкритим кодом	Інші стандарти	+	-	-
GeoCat Bridge	Ліцензія з відкритим кодом (є і комерційні продукти)	ISO 19115, ISO 19139, INSPIRE Profile, інші стандарти	+	+	+
ArcGIS Pro (ArcCatalog)	Пропрієтарна	ISO 19115-1, ISO 19115-3, INSPIRE Profile, інші стандарти	+	+	ESRI Geoportal Extension
INSPIRE Metadata Editor	Ліцензія з відкритим кодом	ISO 19115, ISO 19139	+	+	+
Feature Manipulation Engine (FME)	Пропрієтарна	ISO 19115-1, ISO 19139, інші стандарти	+	+	+

5.3. Життєвий цикл метаданих геопросторових даних та геоінформаційних сервісів

5.3.1. Процес формування метаданих

Метадані

супроводжують практично всі традиційні документи у вигляді рефератів, анотацій, ключових слів тощо.

Щодо паперових карт, то метадані містяться в елементах зарамкового оформлення, з яких користувач може дізнатися описову інформацію про карту, а саме: номенклатуру аркуша карти, назву населеного пункту, масштаб, дані про систему координат та картографічну проекцію, рік видання карти, рік зйомки та складання карти, джерела вихідних даних, відомості про підприємства, які виконали підготовку та видання карти, гриф таємності тощо (рис. 5.18). Ця інформація дає користувачам змогу оцінити якість картографічних даних (точність, актуальність, повноту тощо) та дійти висновків про відповідність матеріалів вимогам певної сфери застосування.

Ядро елементів метаданих топографічної карти масштабу 1:25 000

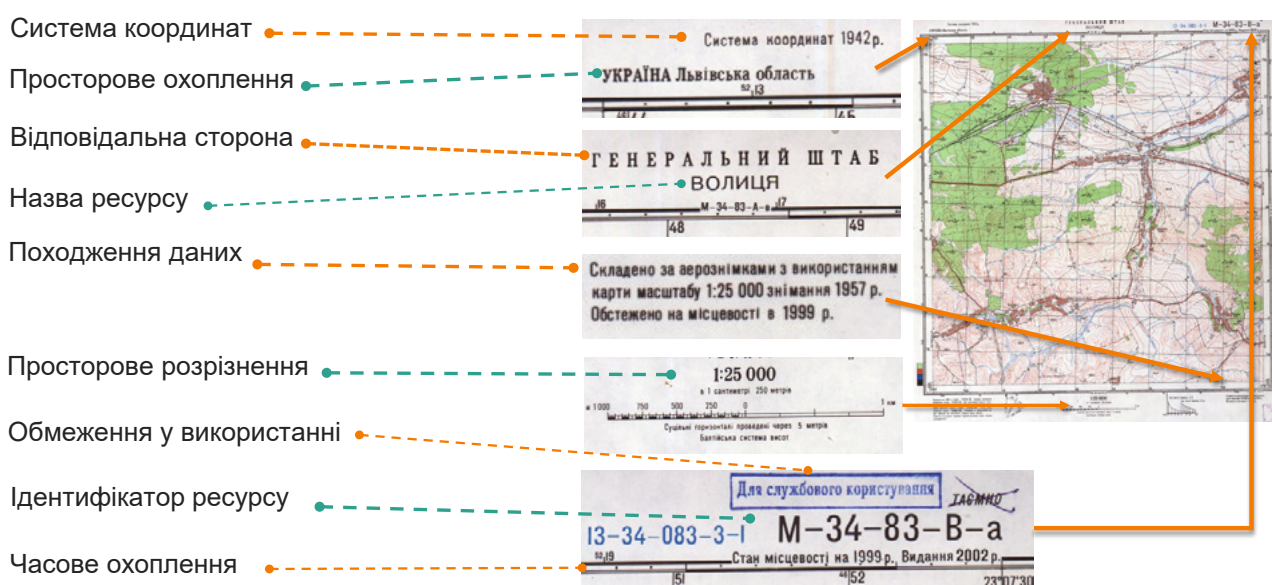


Рис. 5.18. Ядро елементів метаданих топографічної карти масштабу 1:25 000

Тоді зазвичай користувач географічної інформації був тим, хто її оцифрував і, отже, міг зрозуміти її контекст. У міру того, як ставало доступним все більше географічної інформації, а користувачі віддалялися від виробників, ставало очевидним, що потрібна певна форма метаданих. У багатьох картографічних агентствах були сформовані фонди для збереження картографічних продуктів, таким аналогом в Україні є Державний картографо-геодезичний фонд. Надана інформація могла швидко застарівати та бути не узгодженою з іншими продуктами. Також ці відомості носили службовий характер з обмеженим для громадян доступом.

Незалежно від методу створення чи оновлення топографічних карт на кожну номенклатуру (об'єкт, масив – під час створення цифрових карт) ведеться формуляр встановленого зразка, де відображується технологічна послідовність створення чи оновлення карти. Записи в формулярах мають підтверджуватись підписами виконавців, безпосередніх керівників робіт та осіб, що здійснювали приймання і оцінку якості виконаних робіт. Правильність та повнота заповнення формуляру карт – це критерій якості, який вказується у робочій відомості редакційно-контрольного перегляду цифрової топографічної карти. Результатом цих процесів є також метадані, але у людино-орієнтованому форматі, тобто обмін даними буде відбуватись фізично, а не на рівні сервісу.

Для досягнення інтероперабельності геопросторових даних їх метадані повинні бути у машиноточаному форматі. На рис. 5.19 продемонстровано інтерфейс заповнення метаданих на геопорталі Державного картографо-геодезичного фонду України, дані якого можна перевести у комп'ютерно-орієнтований формат, наприклад, XML або GML.

The screenshot shows a web browser window with the URL `kartfond.land.gov.ua/data_topo_add`. The page title is "Топографічні роботи". The form contains the following fields:

- Назва блоку *: Топографічні роботи
- Назва підблоку *: Матеріали щодо виконання картографічних робіт М 1:10 000
- Повне найменування об'єкта: оновлення топографічних карт М 1:10000 на територію Одеської області
- Організація виконавець *: ТОВ "Приклад"
- Система координат *: МСК-51 Одеська область
- Масштаб *: 1: 10 000
- Система висот *: Балтійська система висот
- Код КАТОТГ: UA51080000000061776
- Номер договору: 223356
- Дата формування договору: 07-02-2007
- Замовник: Державна служба геодезії, картогр:
- Дата початку робіт: 15-09-2007
- Дата закінчення: 16-04-2009

On the right, there is a map titled "Межі матеріалів" with a search bar and a search button. A dashed orange rectangle highlights a specific area on the map. Below the map, there is a section for "Документи" and "Матеріали вишукувань-робіт" with file upload buttons.

Рис. 5.19. Фрагмент інтерфейсу заповнення метаданих на геопорталі Державного картографо-геодезичного фонду України

Життєвий цикл метаданих як модель бізнес-процесу наведена на рис. 5.20 і показує потік від створення метаданих до використання ресурсу. Він може демонструвати процеси в одній організації або розподілені між окремими організаціями.

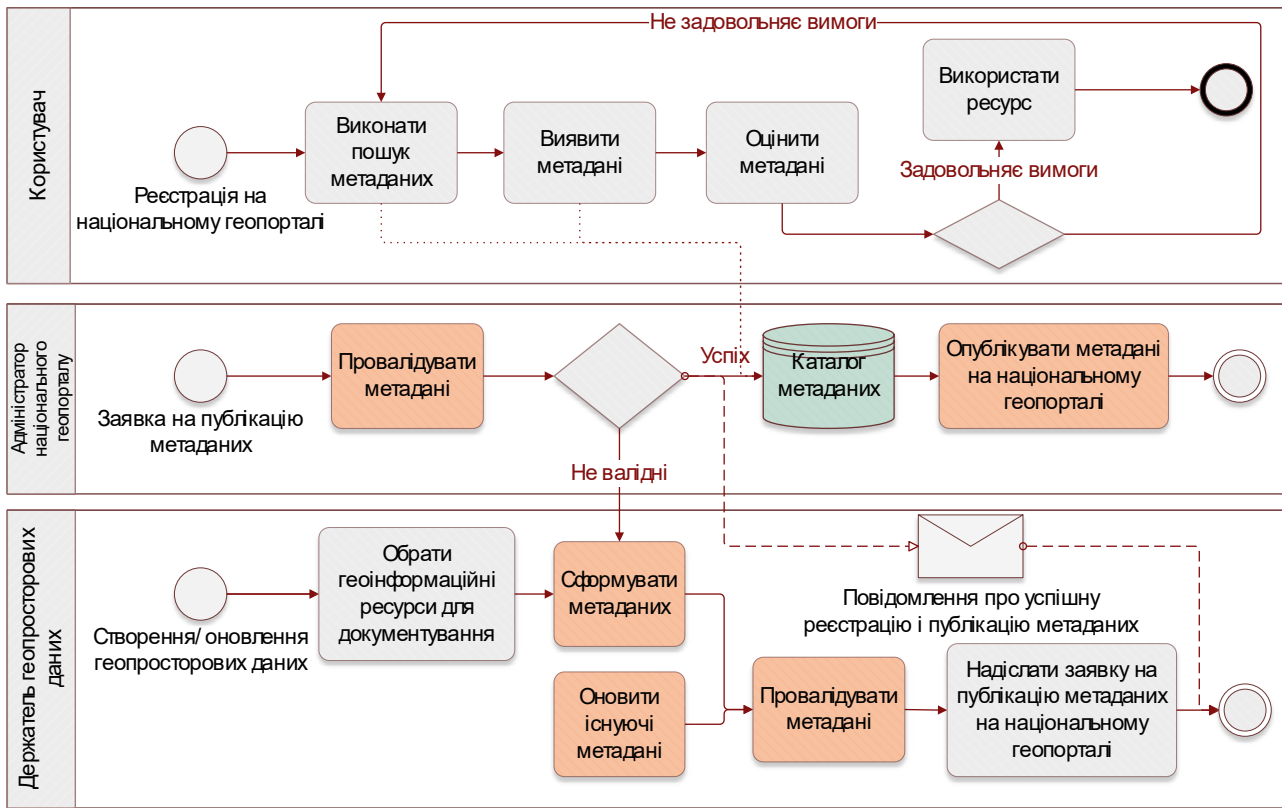


Рис. 5.20. Життєвий цикл метаданих як бізнес-процес

- +** Якщо однією із основної діяльності відповідального структурного підрозділу буде створення метаданих власних ресурсів та їх документування, тоді буде набагато більше шансів на **підтримку** актуальності та повноти метаданих.
- Якщо метадані у відповідальному структурному підрозділі розглядаються як додаткова діяльність для підтримки зовнішніх користувачів, метадані, швидше за все, **будуть проігноровані** або забуті. Якщо їх не підтримувати, то це означає, що ніхто не знатиме про наявний ресурс і не зацікавлений у якості метаданих.

Хоча створення та підтримка метаданих показано як окремі операції, не можна перебільшувати, що вони будуть набагато успішнішими, якщо вони будуть повністю інтегровані в інші бізнес-процеси організації. Таким чином, коли створюється набір даних або інший вид ресурсу, його метадані слід регулярно документувати в рамках процесу виробництва або розповсюдження. Крім того, коли ресурс оновлюється або підлягає певним змінам, метадані також повинні бути оновлені.

Отже, метадані у держателів даних повинні сприйматись не як додаткова діяльність, а – одна із основних, адже це впливає на подальший обмін даними між системами.

5.3.2. Задачі держателя щодо формування метаданих

Держателю необхідно зробити під час формування метаданих геоінформаційних ресурсів такі кроки:

- 1) **сформувати** перелік наявних ресурсів, якими володіє держатель;
- 2) **проаналізувати**, про які елементи метаданих ви маєте відомості;
- 3) **визначити**, чи є елементи метаданих, відомості яких важко знайти чи створити;
- 4) **визначити**, яка інформація є важливою для пошуку та виявлення метаданих, окрім ядра метаданих профілю НІГД. Це може залежати від цілей вашого проєкту, повноважень та наявних ресурсів держателя;

Під час створення метаданих за допомогою програмного середовища потрібно також виконати такі етапи:

- з'ясувати, яким чином збираються дані, чи надаються до них метадані та у якому вигляді;
- визначити у якому програмному середовищі будуть формуватися метадані;
- визначити яким чином буде реалізована інтеграція з національним геопорталом.

Під час розроблення і затвердження профілів, класифікаторів за потреби необхідно з'ясувати, чи буде розроблено власний профіль метаданих чи буде використано діючі стандарти метаданих серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика».

Також необхідно передбачити використання затверджених класифікаторів, довідників і словників, які будуть використані під час формування метаданих, оскільки на них треба посилатись у специфікаціях та метаданих. Якщо такі відсутні, а потреба в них є, то необхідно їх прийняти та далі вести повноваженою особою.

5.3.3. Процес валідації метаданих

Процес валідації метаданих передбачає чотири кроки:

- 1) виконання валідації метаданих;
- 2) спішне проходження валідації метаданих;
- 3) виявлення помилок після валідації метаданих;
- 4) виправлення власне метаданих;

Виконання валідації метаданих виконується під час реєстрації метаданих, під час їх верифікації, а також можна самостійно після вивантаження з каталогу метаданих.

Якщо валідація метаданих пройшла успішно, тоді вони будуть зареєстровані на національному геопорталі, опубліковані у Каталогі метаданих і доступні користувачам для пошуку та оцінки.

У разі виявлення помилок після валідації метаданих необхідно визначити відповідність між стандартами, у яких формували метадані і за шаблоном яких перевіряли, проаналізувати звіт про помилки у метаданих, заповнити обов'язкові елементи метаданих.

Під час їх виправлення слід вносити зміни у метадані, де визначено помилки, виконати повторну валідацію метаданих та надіслати їх адміністратору на реєстрацію.

Інструмент валідації передбачено у GeoNetwork, де є можливість обрати за яким профілем буде відбуватись перевірка або одночасно провалідувати метадані за усіма доступними профілями і отримати звіт, де буде вказано помилки, які слід виправити [71] (рис. 5.21).

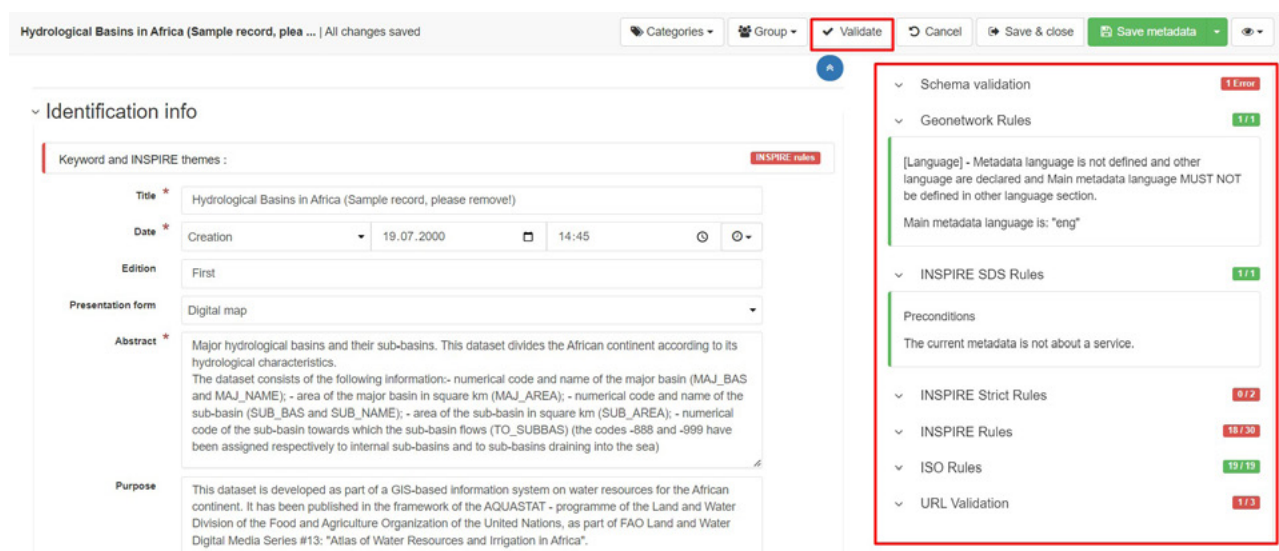


Рис. 5.21. Фрагмент інтерфейсу інструменту валідації у GeoNetwork

INSPIRE Reference Validator - Test reports

Home Test selection Test reports Get support More on the INSPIRE Reference Validator

Test run on 01:27 - 17.02.2023 with test suite Conformance Class 2b: INSPIRE data sets and data set series metadata for Monitoring

Status	Failed	Total	Count	Skipped	Failed	Warnings	Manual
Test suites		4	0	2	0	1	
Test cases		11	0	2	0	1	
Assertions		41	0	2	0	2	

Report generated by ETF

Рис. 5.22. Фрагмент інтерфейсу валідатора метаданих INSPIRE

У проєкті INSPIRE розроблено власний валідатор метаданих, який перевіряє їх наповнення та коректність (рис. 5.22). Результатом перевірки є звіт у форматі HTML, де зазначається кількість помилок та перелік елементів, де виявлено некоректні значення або вони взагалі відсутні. Редактор та валідатор метаданих INSPIRE дозволяє держателям даних документувати свої ресурси відповідно до профілю метаданих INSPIRE: <https://inspire.ec.europa.eu/validator/test-selection/index.html>.

Також розробники цього валідатора зробили власний API сервіс, який можна використувати у веб-застосунках для перевірки сформованих метаданих: http://docs.etf-validator.net/#developer_manuals.

5.3.4. Процес оновлення метаданих

Метадані потребують оновлення настільки, наскільки це можливо, з урахуванням наявного часу та бюджету у держателя.

Залежно від технічних вимог метадані можуть бути у поєднанні з даними або зберігатися окремо від них. Такі поєднання полегшують обмін даними, проте каталог метаданих геоінформаційних ресурсів полегшує управління ними та їх моніторинг.

Підтримка метаданих повинна відповідати даним, які публікуються: якщо дані не змінюються, метадані можуть бути відносно стабільними. Постійні їх зміни можуть відбуватися в автоматичному режимі, якщо це необхідно. Якщо дані часто змінюються (наприклад, дані датчиків у реальному часі), метадані мають бути тісно пов'язані з робочим процесом створення даних, а зміни мають бути практично миттєвими.

У багатьох випадках метадані мають зберігатися навіть після архівування або вилучення даних, які вони описують. Архівування або видалення даних відбувається, наприклад, коли дані більше не потрібні; коли вони втратили свою актуальність; або за зверненням держателя до адміністратора національного геопорталу з певним обґрунтуванням. У цьому випадку метадані повинні містити інформацію про те, що дані були видалені, і якщо вони були заархівовані, як і де можна отримати архівну копію.

Слід зазначити, що відповідно до Порядку функціонування НІГД оновлення метаданих повинно відбуватись 1 раз на рік або у разі зміни вимог у специфікації до геопросторових даних, та публікування нових протягом 10 днів після створення/оновлення геопросторових даних (рис. 5.23).

Оновлення метаданих



Рис. 5.23. Випадки, коли треба оновлювати метадані

Тому, дотримуючись встановлених умов оновлення метаданих, держателям треба забезпечити цей процес у своїй діяльності, інакше метадані не будуть актуальними і достовірними і користувач не зможе коректно оцінити їх придатність для своїх потреб. Слід пам'ятати, що будь-який учасник НІГД так само може бути ошуканими, коли йому будуть необхідні дані інших держателів.

5.3.5. Процес публікування метаданих в мережі Інтернет

Сервіси каталогу метаданих є однією з основних частин інфраструктури геопросторових даних. Зазвичай, вони використовуються в організаціях як частина засобів управління інформацією.

Один із принципів використання таких сервісів – це публікація метаданих з URL-посиланням на джерело даних. Сервіс каталогу метаданих надає інструменти для створення, зберігання, оновлення, спільного використання та доступ до метаданих, а також дозволяє запитувати елементи метаданих за умовами, що визначає користувач.

Метадані можна опублікувати за допомогою онлайн-редактора або програмного забезпечення на персональному комп'ютері. Сьогодні все більше геопорталів пропонують можливість генерувати метадані за допомогою сервісів каталогу у мережі Інтернет. Відповідальний за метадані заповнює форму у веб-браузері для їх формування.

Після формування та верифікації, зареєстровані метадані зберігаються у відповідному каталозі (рис. 5.24).

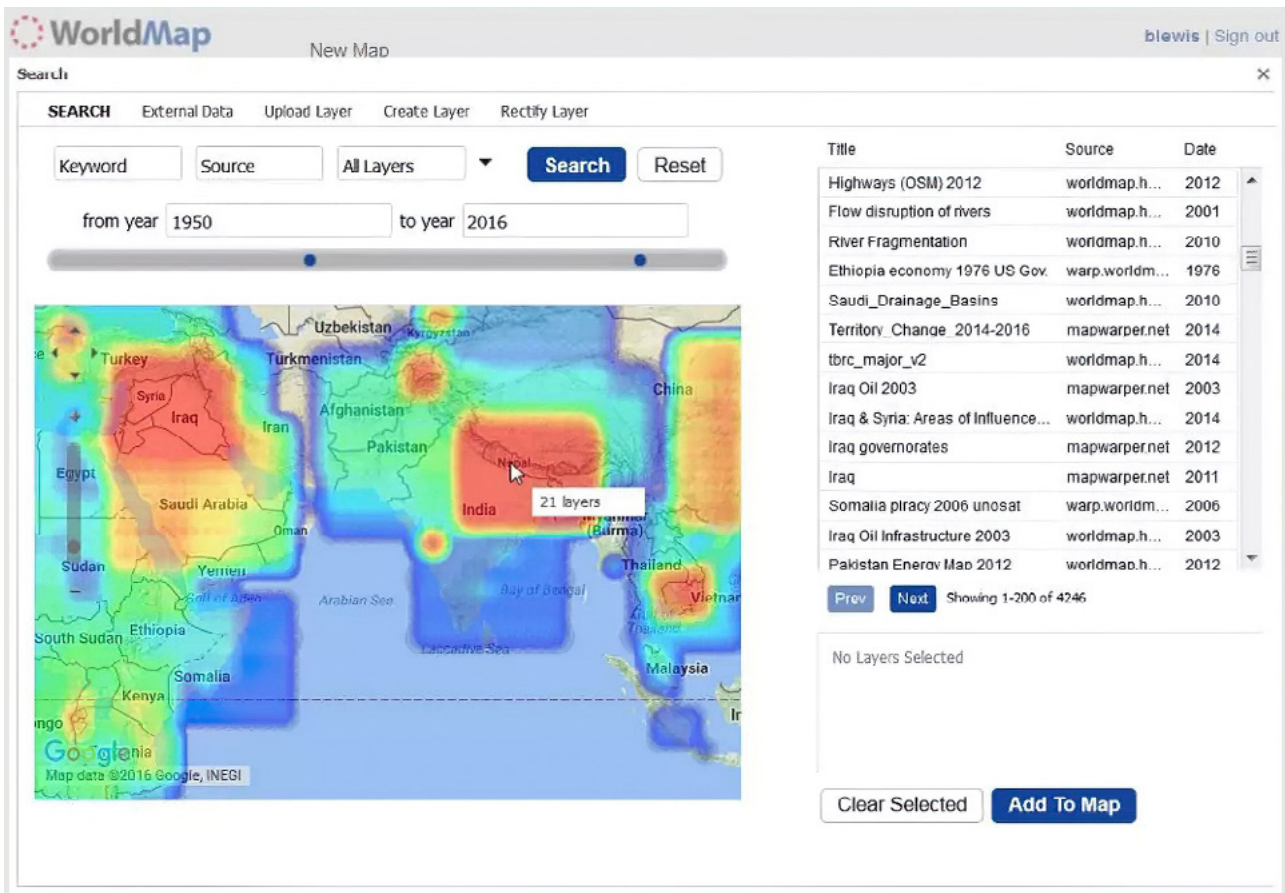


Рис. 5.24. Фрагмент каталогу метаданих

Стандарт сервісу каталогу метаданих OGC визначає шаблони для публікації та пошуку метаданих геопросторових даних та геоінформаційних сервісів у мережі Інтернет. Реалізуючи каталог метаданих за стандартами OGC на сервері геопорталу, адміністратор може налаштувати можливість експорту метаданих у комп'ютерно-орієнтованих форматах, таких як XML, JSON або через запити GET/POST.

Користувачі можуть надсилати запити щодо отримання метаданих, які зберігаються у відповідному каталозі. Наприклад, на рис. 5.25 продемонстровано дві відповіді на запит до каталогу метаданих пілотного проекту національного геопорталу, де видно структуру метаданих у форматі JSON та кількість отриманих записів метаданих з геопорталу, у нашому випадку їх 10. Отримані метадані постачаються у форматі JSON.

Обов'язковою умовою для коректності роботи каталогу метаданих є відповідність певним стандартам другого або першого покоління, профілям, схеми яких повинні бути реалізовані у каталозі.

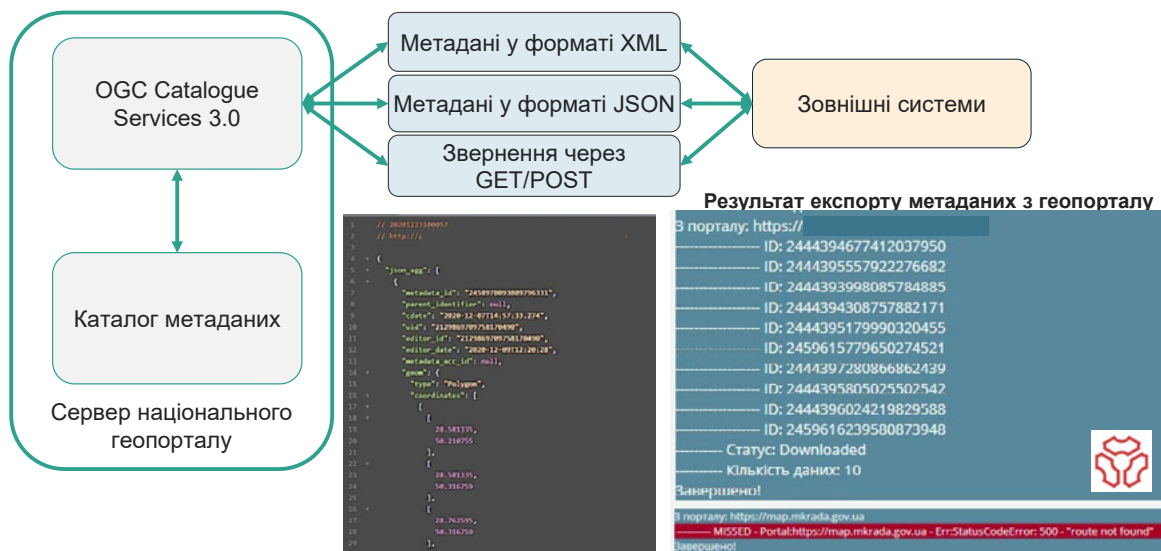


Рис. 5.25. Результат експорту метаданих з геопорталу

OGC Catalog Service for Web (CSW) надає загальну модель для виявлення метаданих геосторових даних за допомогою сервісів керування (створення, введення, оновлення та видалення записів метаданих у каталозі) та сервісів виявлення (пошук і отримання записів метаданих) (рис. 5.26). Транзакційний сервіс CSW дозволяє користувачам публікувати, редагувати та видаляти метадані, а також є інший тип сервісу CSW, який дозволяє лише читання, пошук і отримання метаданих.

Сервіс каталогу метаданих є фізичною реалізацією процесу публікування та обміну метаданими між системами. Впровадження такого сервісу дозволить забезпечити інформаційну взаємодію з національним геопорталом.

Отже, розглянувши детально життєвий цикл метаданих від їх формування до публікації в мережі Інтернет, визначили, що на сьогодні однією із головних задач держателя є забезпечення користувача відомостями про дані, на основі яких він оцінить якість цих даних та зможе їх використати у подальшому.

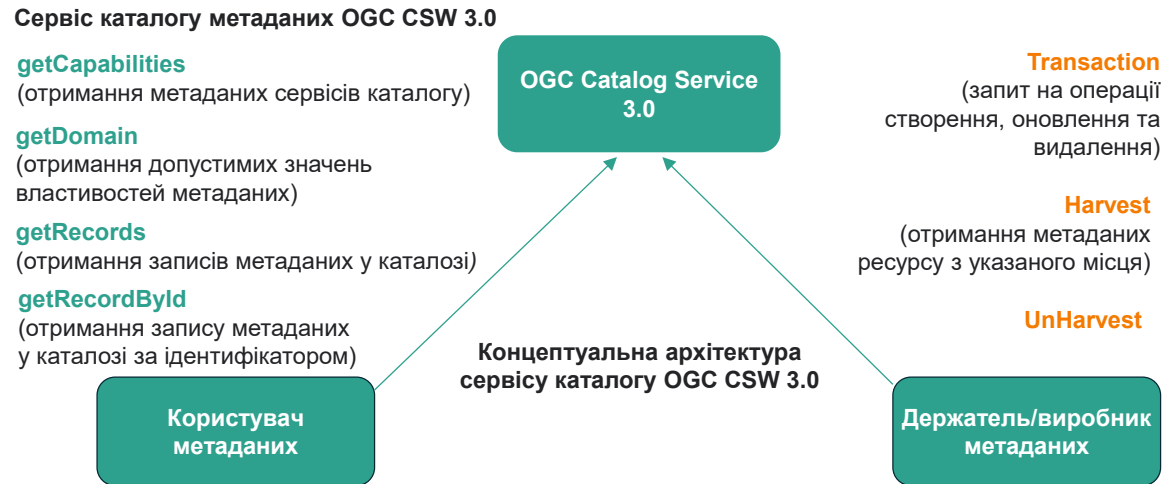


Рис. 5.26. Концептуальна архітектура сервісу каталогу OGC CSW 3.0 (Адаптовано авторами, URL: <http://docs.opengeospatial.org/is/12-176r7/12-176r7.html>)

5.4. Порядок формування метаданих геоінформаційних ресурсів на пілотному проєкті національного геопорталу

5.4.1. Відповідальні за формування та реєстрацію метаданих

Відповідно до статті 5 п. 7 Закону України про НІГД відповідальність за достовірність, повноту, точність і актуальність геопросторових даних та метаданих несе держатель даних [1]. Відповідно до Закону України про НІГД: *«держатель даних – це орган державної влади, орган місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, що замовляє, отримує та/або володіє геопросторовими даними та метаданими».*

Стаття 6 п. 5 Закону України про НІГД вказує, що за неоприлюднення геопросторових даних та метаданих, щодо яких законом встановлена обов'язковість їх оприлюднення, посадові особи органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, юридичних осіб публічного права, суб'єктів природних монополій несуть адміністративну відповідальність згідно із законом.

Тому вся відповідальність за формування і реєстрацію метаданих геопросторових даних і сервісів лягає на держателів даних. Адміністратор національного геопорталу не відповідає за зміст метаданих держателів, а відповідальний за коректну роботу сервісу каталогу метаданих НІГД.

У держателя повинен бути структурний підрозділ чи відповідальна особа за забезпечення здійснення відповідної діяльності?

Структурний підрозділ щодо роботи з метаданими буде доцільний та необхідний, якщо у держателя даних функціонує повноцінна геоінформаційна система, наприклад, Державний земельний кадастр, ЄДЕССБ, банк геодезичних даних Державної геодезичної мережі тощо. Якщо держатель тільки планує або у процесі створення геоінформаційної системи, тоді достатньо відповідальної особи. Але врахуйте, що це повинно бути закріплено у її посадових обов'язках!

Склад метаданих геопросторових даних формується з урахуванням таких факторів:

- визначення моделей геопросторових даних: дискретні або безперервні покриття, векторні або растрові тощо;
- мета використання даних: метадані можуть включати додаткову інформацію в залежності від мети їх використання, наприклад, детальний опис геопросторових об'єктів для адміністративного використання, або технічні параметри для використання в наукових дослідженнях;
- стандарти та рекомендації: їх використання забезпечує зручний та уніфікований формат метаданих, що дозволяє їх використовувати в різних інформаційних системах;
- рівень деталізації, що може містити подання геопросторових об'єктів, методологію збору даних, їх якість та походження тощо.
- вимоги користувачів: склад метаданих може бути визначений потребами користувачів геопросторових даних.

5.4.2. Відповідальні за визначення складу метаданих

Відповідно до стандарту ISO 19115-1 держатель даних може розробити власний склад метаданих, створивши відповідний профіль, з урахуванням вимог зазначеного стандарту.

Склад та структура бази метаданих геопросторових даних та геоінформаційних сервісів повинні відповідати вимогам Порядку функціонування НІГД, Технічним вимогам до метаданих для наборів геопросторових даних і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних, затверджених наказом Мінагрополітики, а також вимогам стандарту ISO 19115-1:2014.

Отже, склад метаданих визначає сам держатель відповідно до стандартів метаданих та технічних вимог. У разі потреби держатель може створити власні профілі метаданих та після їх реєстрації повідомити про це адміністратора або держателя національного геопорталу.

5.4.3. Вимоги до формування метаданих геоінформаційних ресурсів

У попередніх параграфах цього розділу зазначалось, що метадані використовуються для пошуку, виявлення, оцінки та використання. До їх формування висуваються такі вимоги:

- відповідність діючому стандарту метаданих ISO 19115-1 та Технічним вимогам, затверджених наказом № 347 Мінагрополітики;
- ведення затвердженого мінімального набору елементів метаданих;
- формування наборів метаданих у форматі XML за схемами відповідно до ISO/TS 19115-3:2016;
- ведення метаданих протягом усього життєвого циклу геоінформаційних ресурсів.

Дотримання цих вимог дозволяє легко та швидко інтегруватись з каталогом метаданих національного геопорталу. В іншому випадку, буде витрачено додаткові час та ресурси на підготовку метаданих для їх опублікування на національному геопорталі.

5.4.4. Методика формування метаданих геоінформаційних ресурсів на пілотному проєкті національного геопорталу

Для того, щоб зареєструвати метадані на національному геопорталі, необхідно спочатку зареєструватись на цьому геопорталі: nsdi.gov.ua. Після успішної верифікації відповідальної особи адміністратором системи, користувачу із захищеним доступом буде відкрито функціонал кабінету держателя геопросторових даних, де він може сформувати метадані геоінформаційних ресурсів за допомогою відповідної форми (рис. 5.27).

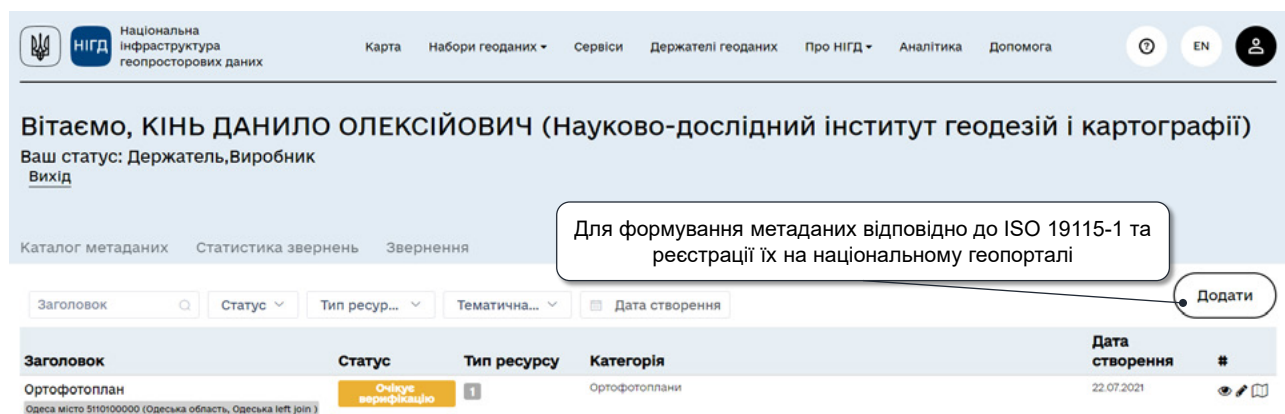


Рис. 5.27. Вхід у Кабінет держателя даних на пілотному проєкті національного геопорталу

Форма введення та реєстрації метаданих починається з обрання типу ресурсу, а саме:

- комплект наборів даних,
- набір даних та сервіс.

У веб-інтерфейсі форми передбачено меню доменних значень для полів, атрибуту яких посилаються на класифікатори або інші реєстри сховища національного геопорталу, наприклад, домени для поля «Тип ресурсу» (рис. 5.28).

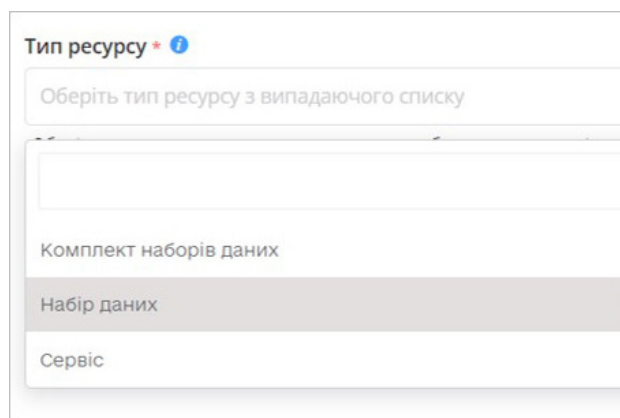


Рис. 5.28. Тип ресурсу

Для реєстрації метаданих топографічних карт, ортофотопланів, містобудівної або землевпорядної документації, тематичних карт, баз геопросторових даних, реєстрів тощо слід обирати **набір даних**.

А для реєстрації метаданих геоінформаційних сервісів (WMS, WFS, WMTS тощо) та сервісів API необхідно обирати **сервіс**.

Для розуміння того, яку інформацію треба вказати для того чи іншого поля форми необхідно передбачено підказки у веб-інтерфейсі.

- Форма метаданих складається з таких основних груп:**
- 1) Тип ресурсу;
 - 2) Основна інформація;
 - 3) Детальний опис;
 - 4) Онлайн доступ до ресурсу;
 - 5) Обмеження щодо доступу та використання ресурсу;
 - 6) Інформація про відповідність ресурсу;
 - 7) Просторове охоплення даних.

У поле «Інформація про референцну систему координат» ресурсу слід вказати ідентифікатор системи відповідно до реєстру систем координат EPSG.

Поле «Масштаб» – значення числового масштабу (рівень деталізації), поданий як знаменник масштабу карти.

Поле «Подання просторових даних» – вказується інформаційно-технологічний рівень ресурсу: або це база даних, векторна або растрова модель даних, або просто звичайна електронна таблиця. Фізичний носій – це більше про дані, які зберігаються на папері.

Поле «Територіальна приналежність» вказується в залежності від, того, яку територію покривають дані. Зазвичай на практиці, у центральних органах виконавчої влади це дані загальнодержавного рівня, які покривають усю територію України (рис. 5.29). А територіальні органи – на визначену область, район або громаду. Також слід враховувати фактичні межі просторового охоплення ресурсу, який описує.

Поле «Код набору символів» і «мова метаданих» заповнюються за замовчуванням.

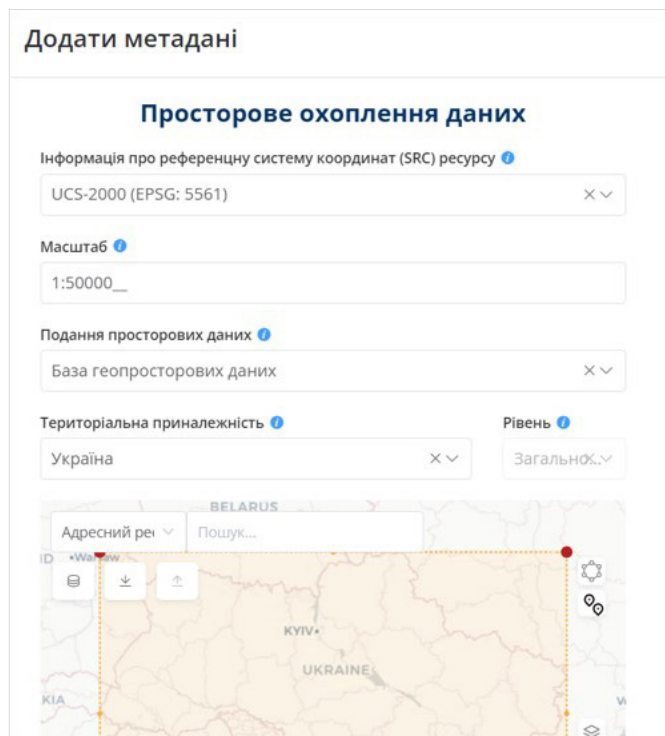


Рис. 5.29. Група «Просторове охоплення даних»

Поле «Унікальний ідентифікатор ресурсу» – це ідентифікатор, який присвоєно ресурсу у Вашій базі даних, реєстрі, який Ви ведете у себе.

Поле «Назва ресурсу чи сервісу» – це офіційна назва, яка визначено у нормативних, технічних або методичних документах. Цей атрибут дуже важливий, оскільки в першу чергу пошук буде здійснюватися за ним (рис. 5.30).

У полі «Дата події» вказати тип дати, для якого реєструєте метадані (рис. 5.31). Наприклад, якщо метадані вже створених даних – «Дата створення ресурсу», якщо метадані опублікованих ресурсів, то «Дата публікації ресурсу» і так далі.

Наступний блок «Відповідальні сторони». Тут необхідно вказати роль відповідальної сторони та назву її організації (рис. 5.32). Якщо у переліку організацій необхідна відсутня, то треба додати її за допомогою відповідної форми, вказавши про неї додаткові відомості.

«Тематична категорія» обирається в залежності від того, для чого призначені дані або з якою сферою діяльності пов'язані (рис. 5.33).

Зазначимо, що для реєстрації топографічних карт, ортофотопланів, космічних знімків та інших топографо-геодезичних і картографічних матеріалів необхідно використовувати категорію – «Базові зображення поверхні Землі».

«Статус ресурсу» вказується на той етап життєвого циклу даних, на якому вони зараз перебувають.

Рекомендовано реєструвати метадані на кожному етапі життєвого циклу даних.

Рис. 5.30. Група «Основна інформація»

	Тип події	Дата події	Початок	Кінець	#
1	Дата створення ресурсу	2022-01-27			🗑️
2	Дата публікації (випуску) ресурсу	2022-01-27			🗑️
3	Дата останнього оновлення	2023-07-30			🗑️
4	Дата, що визначає коли ресурс став недоступним чи закритим для отримання	2022-02-24			🗑️

Рис. 5.31. Елемент метаданих «Дата події»

	Функція відповідальної сторони	Організація	#
1	Суб'єкт, що є власником ресурсу	Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру	🗑️
2	Суб'єкт, що розповсюджує ресурс	Державна служба з питань геодезії, картографії та кадастру	🗑️

Рис. 5.32. Елемент метаданих «Контактна інформація відповідальних за ресурс»

Поле «Ключове слово» – це поле також буде використовуватись для пошуку у каталозі метаданих, тому необхідно вказати мінімум одне слово або словосполучення, що асоціюється з ресурсом, який описуєте.

Блок «Детальний опис» (рис. 5.34). «Стислий опис ресурсу» містить інформацію про його призначення, структуру, склад та зміст.

Поле «Походження ресурсу» вказується опис джерел ресурсу, вихідні дані, які були використанні для створення/оновлення даних.

Поле «Часове охоплення ресурсу» – це період часу, станом на який відображається ситуація.

Поле «Вертикальне охоплення» – це мінімальні та максимальні висоти моделі даних, якщо така інформація наявна.

Блок «Онлайн доступ до ресурсу». Користувачу пропонується заповнити форму, а саме вказати назву ресурсу, яка відображається на веб-сторінці, та його URL-адресу. Якщо зараз обмежено доступ до нього, вказати це у блоці «Обмеження щодо доступу та використання ресурсу».

Також заповнити опис ресурсу та вказати функцію: впорядкування, завантаження або пошук.

Блок «Обмеження щодо доступу та використання ресурсу» (рис. 5.35).

Тип обмеження пропонує такі значення:

- обмеження щодо придатності ресурсу для використання в певних сферах;
- обмеження щодо захисту конфіденційності та інтелектуальної власності;

Рис. 5.33. Елемент метаданих «Тематична категорія»

Рис. 5.34. Група «Детальний опис»

Рис. 5.35. Група «Обмеження щодо доступу та використання ресурсу»

- обмеження в інтересах національної безпеки
- інші обмеження і застереження на використання ресурсу та метаданих або їх відсутність.

Поле «Вид обмеження» також обирається відповідно до класифікатора обмежень. Поле «Опис обмежень» може передбачати або бути використаний як детальний опис обмежень та для зазначення типу ліцензій Creative Commons.

Рис. 5.36. Група «Інше»

У полі «Назва специфікації або іншого документу» для відповідності ресурсу обов'язково вказується посилання на специфікацію набору геопросторових даних або на інший документ з вимогами до даних, метадані яких реєструються.

Також за потреби надається текстове пояснення рівня відповідності зазначеним вимогам.

«Інформація про формат даних ресурсу» – це перелік найпоширеніших форматів даних. Якщо необхідний відсутній, то повідомте адміністратора про це.

«Інформація про підтримку ресурсу» передбачає зазначення відомостей про частоту оновлення ресурсу (рис. 5.36).

У поле «Інформація про відповідність метаданих стандартам» вказується той стандарт, якому відповідають метадані. Тут наявні стандарти і другого, і першого покоління.

Слід зазначити, що склад метаданих, який тут розглянутий відповідає стандарту другого покоління ISO 19115-1.

Після заповнення всіх полів, особливо, обов'язкових, необхідно зберегти дані та надіслати їх на верифікацію адміністратору національного геопорталу.

Після верифікації заповнені метадані вважатимуться сформованими та зареєстрованими на національному геопорталі.

Отже, відповідальними за формування та реєстрацію метаданих на національному геопорталі є держатель геопросторових даних, а також він відповідає за склад метаданих та може розширити його, створивши і затвердивши власний профіль метаданих.

Дотримання вимог до формування метаданих геоінформаційних ресурсів забезпечує їх уніфікацію і інтероперабельність. Метадані ведуться протягом усього життєвого циклу геоінформаційних ресурсів!

Підсумки та загальні висновки

Метадані геопросторових даних та сервісів – це не лише дані про дані, а невід’ємна частина ресурсу, яка потребує документування та супроводжує його під час усього життєвого циклу.

Призначення метаданих у НІГД – це пошук, виявлення, оцінка, використання, управління метаданими.

Регламентується робота з метаданими Законом України про НІГД, Порядком функціонування НІГД, Технічними вимогами до метаданих і національними та міжнародними стандартами серії ISO 19100 «Географічна інформація/Геоматика».

Уніфікація метаданих досягається за допомогою стандартів другого покоління. Головна причина виникнення ISO 19115-1 полягає в тому, що попередній стандарт не містив достатньої кількості елементів метаданих для задоволення потреб користувачів геоінформаційних систем, зокрема для використання у веб-сервісах та забезпечення інтероперабельності між системами.

Валідатор метаданих повинен відповідати тому стандарту або профілю метаданих, у якому було сформовано ці метадані, інакше будуть помилки у звіті про перевірку через не сумісність.

Сервіс каталогу метаданих за стандартами OGC дозволяє зберігати, публікувати та обмінюватись метаданими між системами в мережі Інтернет. На прикладах пілотного проекту національного геопорталу продемонстровано як легко та зручно отримати метадані у форматі JSON.

На сьогодні існує два варіанти формування метаданих:

- 1) за допомогою сервісу каталогу метаданих національного геопорталу - на рівні набору даних та сервісу;
 - 2) за допомогою власних програмних засобів, що повинні бути інтегровані з геоінформаційною системою держателя - на рівні таблиць, атрибутів, екземплярів.
-

Запитання для самоконтролю

- 1) Що таке метадані і які правила до них застосовуються?

- 2) Який набір елементів метаданих необхідний для опису геопросторових даних відповідно до стандарту ISO 19115?

- 3) Хто забезпечує створення метаданих?

- 4) Метадані яких геоінформаційних ресурсів описує стандарт ISO 19115-1?

- 5) Яка різниця між стандартами ISO 19115 та ISO 19115-1 та чим зумовлена ця різниця?

- 6) Що таке профіль стандарту?

- 7) Які правила створення профілів, сформульовано у ISO 19115-1:2014?

- 8) З яких елементів складається регламент INSPIRE?

- 9) Які два рівні метаданих визначено в ISO 19115-1?

- 10) Що входить до мінімального набору елементів метаданих для геопросторових даних?

- 11) З яких етапів складається життєвий цикл метаданих?

- 12) Коли необхідно оновлювати метадані відповідно до Порядку функціонування НІГД?

- 13) Для чого призначений каталог метаданих?

- 14) Яким чином можна експортувати дані за стандартами OGC Catalogue Services 3.0?

- 15) Хто відповідальний за формування та реєстрацію метаданих?

- 16) Хто відповідальний за визначення складу метаданих?

- 17) Назвіть вимоги до формування метаданих геоінформаційних ресурсів

- 18) Хто має можливість реєструвати метадані на національному геопорталі?

- 19) Коли метадані будуть вважатись зареєстрованими на національному геопорталі?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Нормативні акти та національні стандарти України

1. Закон України Про національну інфраструктуру геопросторових даних : прийнятий 13 квіт. 2020 року № 554-IX// Відомості Верховної Ради України. – 2020. – № 37. – Ст. 277. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/554-20#Text>
2. Закон України Про публічні електронні реєстри: Із змінами, внесеними згідно із Законом № 2130-IX від 15.03.2022. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1907-20#Text>
3. Закон України Про доступ до публічної інформації: прийнятий 13 січня 2011 року № 2939-VI// Відомості Верховної Ради України. – 2011. – № 32. – Ст. 314. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text>
4. Закон України Про стандартизацію: у редакції від 09 червня 2022 року № 1315-VII// Відомості Верховної Ради України. – 2014. – № 31. – Ст. 1058. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1315-18#Text>
5. Про затвердження Порядку функціонування національної інфраструктури геопросторових даних: Постанова Кабінету Міністрів України від 26 трав. 2021 р. № 532. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/532-2021-п#Text>
6. Про утворення Ради з національної інфраструктури геопросторових даних: Постанова Кабінету Міністрів України від 9 вересня 2020 р. № 812. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/812-2020-%D0%BF#Text>
7. Про затвердження технічних вимог до геопросторових даних, метаданих і геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 10 листопада 2021 р. N 347. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0021-22#Text>
8. Про схвалення Концепції створення та функціонування інформаційної системи електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.09.2012 № 634-р.
9. Деякі питання електронної взаємодії електронних інформаційних ресурсів: Постанова КМ від 8 вересня 2016 р. № 606. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/606-2016-п#Text>
10. Деякі питання організації електронної взаємодії державних електронних інформаційних ресурсів: Постанова Кабінету Міністрів України від 10 травня 2018 р. № 357. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/357-2018-п#Text>
11. Географічна інформація. Еталонна модель: ДСТУ ISO 19101:2009. – [Чинний від 2011-07-01] – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 44 с.
12. Географічна інформація. Сервіси: ДСТУ ISO 19119:2017 (ISO:19119:2016, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
13. Географічна інформація. Метадані – XML-схема реалізації: ДСТУ ISO/TS 19139:2017(ISO/TS 19139:2007, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
14. Географічна інформація. Мова концептуальних схем: ДСТУ ISO 19103:2017 (ISO 19103:2015, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
15. Географічна інформація. Просторова схема: ДСТУ ISO 19107:2017 (ISO 19107:2003, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
16. Географічна інформація. Часова схема: ДСТУ ISO 19108:2017 (ISO 19108:2002, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
17. Географічна інформація. Правила для прикладної схеми: ДСТУ ISO 19109:2017 (ISO 19109:2015, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».

18. Географічна інформація. Просторова прив'язка за географічними ідентифікаторами: ДСТУ ISO 19112:2017 (ISO 19112:2003, IDT) – [Чинний від 2017-10-01]. – Київ: Держспоживстандарт України, 2017.
19. Географічна інформація. Специфікація геоінформаційного продукту ДСТУ ISO 19131:2019 (ISO 19131:2007; Amd 1:2011, IDT) – [Чинний від 2021-01-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
20. Географічна інформація. Схема для геометрії і функцій покриття: ДСТУ ISO 19123:2017 (ISO 19123:2005, IDT). – [Чинний від 2017-10-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
21. Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних ДСТУ 8774:2018 – [Чинний від 2019-07-01] – К: ДП «УкрНДНЦ».
22. СОУ 742-33739540 0010:2010 КС БТД Загальні вимоги – Київ: Мінприроди України, 2010.
23. СОУ 742-33739540 0014:2010 КС БТД Вимоги до якості топографічних даних – Київ: Мінприроди України, 2010.

Регуляторні акти та специфікації INSPIRE

24. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).
Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/2/oj>
Директива європейського парламенту і ради 2007/2/єс від 14 березня 2007 року про створення Інфраструктури просторової інформації у Європейському Співтоваристві (INSPIRE) {Джерело: Урядовий портал (Переклади актів acquis ЄС) <https://www.kmu.gov.ua>}. Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_002-07#Text
25. Commission Regulation (EC) No 1205/2008 of 3 December 2008 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards metadata.
26. Commission Regulation (EC) No 976/2009 of 19 October 2009 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards the Network Services.
27. Commission Regulation (EU) No 1088/2010 of 23 November 2010 amending Regulation (EC) No 976/2009 as regards download services and transformation services.
28. Commission Regulation (EU) No 1089/2010 of 23 November 2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services.
29. Commission Regulation (EU) No 102/2011 of 4 February 2011 amending Regulation (EU) No 1089/2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services.
30. Commission Regulation (EU) No 1253/2013 of 21 October 2013 amending Regulation (EU) No 1089/2010 implementing Directive 2007/2/EC as regards interoperability of spatial data sets and services.
31. Commission Regulation (EU) No 1312/2014 of 10 December 2014 amending Regulation (EU) No 1089/2010 implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data services.
32. INSPIRE D2.5(2009): Generic Conceptual Model, Version 3.2, 2009-08-26. Режим доступу: https://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3.2.pdf
33. INSPIRE D2.6 (2008): D2.6: Drafting Team "Data Specifications" – deliverable D2.6: Methodology for the development of data specifications, 2008-06-20. Режим доступу: https://inspire.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6_v3.0.pdf
34. INSPIRE TG (2013, a). Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119, V. 1.3., 2013. <https://inspire.ec.europa.eu/file/1557/download?token=UaQBcRvQ>

35. INSPIRE TG (2017, a). Technical Guidelines for implementing dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007, V. 2.0.1, 2017. <https://inspire.ec.europa.eu/id/document/tg/metadata-iso19139/2.0.1>
36. INSPIRE TG (2017, b). Technical Guidelines for implementing dataset and service metadata based on ISO/TS 19139:2007.

Міжнародні стандарти, стандарти і специфікації OGC

37. ISO 19115-1:2014 Geographic information – Metadata – Part 1: Fundamentals.
38. ISO/TS 19115-3:2016 Metadata – Part 3: XML schema implementation for fundamental concepts.
39. ISO 19157:2013 Geographic information – Data quality.
40. ISO/IEC 13249-3:2016 Information technology – Database languages – SQL multimedia and application packages – Part 3: Spatial.
41. ISO/IEC 2382:2015 Information technology – Vocabulary.
42. ISO/IEC/IEEE 24765:2017(en) Systems and software engineering – Vocabulary.
43. OGC 04-039, Geospatial Portal Reference Architecture, 2004.
44. OGC SFA – Simple feature access – Part 1: Common architecture. 2010.
45. OGC SFA-S – Simple feature access – Part 2: SQL option, 2010.

Публікації в науково-технічних виданнях

46. Yurii Karpinskyi Yurii, Lazorenko-Hevel Nadiia. The system model of topographic mapping in the national spatial data infrastructure in Ukraine. Interdepartmental scientific and technical review "Geodesy, Cartography and Aerial Photography". - Volume 92, 2020. – 24-36 p. <https://doi.org/10.23939/istcgcap2020.92.024>
47. Геоінформаційні технології та інфраструктура просторових даних: у шести томах. Том 1: Вступ до геоінформаційних систем для інфраструктури просторових даних. Навчальний посібник. / Магваір Б., Пашинська Н.М., Даценко Л.М., Говоров М., Путренко В.В. Планета-Прінт, 2016. – 396 с.
48. Геоінформаційні технології та інфраструктура просторових даних: у шести томах. Том 2: Системи керування базами геоданих для інфраструктури просторових даних. Навчальний посібник. / Кейк Д., Лященко А.А., Путренко В.В., Хмелевський Ю., Дорошенко К.С., Говоров М. - К.: Планета-Прінт, 2017. 456 с.
49. Дорожня карта розвитку національної інтероперабельності (план заходів)/Проект TAPAS з надання е-послуг за участі USAID, UKaid, Eurasia Foundation.- 2017. URL: https://tapas.org.ua/wp-content/uploads/2019/03/Interoperability_Road_Map.pdf
50. Електронне урядування та електронна демократія: навч. посіб.: у 15 ч. / за заг. ред. А. І. Семенченка, В. М. Дрешпака. – К., 2017. Частина 14: Електронна взаємодія органів публічної влади / [С. П. Кандзюба, О. М. Хошаба, Ю. Б. Пігарев]. – К.: ФОП Москаленко О. М., 2017. – 60 с. <http://biblio.umsf.dp.ua/jspui/bitstream/123456789/3696/1/ч%2014.pdf>
51. Карпінський Ю. О. Системотехнічні аспекти формування топологічного земельно-кадастрового покриття / Ю. О. Карпінський // Вісник геодезії та картографії. – 2015. - № 5-6. – С. 62-68. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2015_5-6_13
52. Карпінський Ю.О., Лященко А.А. (2006). Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. К.:НДІГК, 106с.
53. Карпінський Ю.О. Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації: навч. посіб. / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Н. Ю. Лазоренко-Гевель. – Київ: КНУБА, 2021. – 152 с. Режим доступу: https://library.knuba.edu.ua/books/15_1_21_3.pdf

54. Карпінський Ю. О. Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації / Ю. О. Карпінський, А. А. Лященко, Окада Ясуюкі // Інженерна геодезія. - 2016. - Вип. 63. - С. 110-121. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ig_2016_63_13
55. Карпінський Ю.О. Геопросторовий аналіз: Навчальний посібник / Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Ю.В. Кравченко – К: КНУБА, 2013. – 205 с.
56. Карпінський Ю. Національна інфраструктура геопросторових даних України у світовому вимірі: стан та нагальні завдання розвитку і сталого функціонування / Ю. Карпінський, А. Лященко, Д. Макаренко, А. Черін // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2021. – Вип. I (41). – С. 104 – 112.
57. Лященко А.А. (2021) Методи та засоби забезпечення інтегрованості компонентів національної інфраструктури геопросторових даних / А.А. Лященко, Ю.О. Карпінський, Є.Ю. Гаврилюк, А.Г. Черін // Містобудування та територіальне планування. – 2021. – Вип. 77. - С.309-319.
58. Лященко А. А. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних / А. А. Лященко, А. Г. Черін // Вісник геодезії та картографії. - 2011. - № 5. - С. 45-50. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vgtk_2011_5_11
59. Методичні рекомендації щодо оприлюднення геопросторових даних та метаданих на національному геопорталі органами місцевого самоврядування / автори-укладачі: Ю.О. Карпінський, А.А. Лященко, Н.Ю. Лазоренко-Гевель, Д.О. Кінь, Т.В. Медвецька, О.В. Слободжан; Асоціація міст України. – Київ : АМУ, 2021. Електрон. Вид. 49с. URL: <https://auc.org.ua/sites/default/files/library/geodeziya.pdf>
60. Специфікація набору геопросторових даних Основної державної топографічної карти масштабу 1: 50 000. Версія 1.0 від 22.01.2022 р. – Київ: ДП "НДІГК", 2022. – 148 с.
61. ArcGIS Pro [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/metadata/create-iso-19115-1-and-iso-19115-3-metadata.htm>
62. Brodeur J, Coetzee S, Danko D, Garcia S, Hjelmager J. Geographic Information Metadata—An Outlook from the International Standardization Perspective. ISPRS International Journal of Geo-Information. 2019; 8(6):280. <https://doi.org/10.3390/ijgi8060280>
63. CEN (2006). CEN/TR 15449:2006. Geographic information – Standards, specifications, technical reports and guidelines, required to implement Spatial Data Infrastructure. URL: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/4fe3122d-15f3-460c-b404-0dca99ef39ef/cen-tr-15449-2006>
64. Crompvoets J., Vancauwenberghe G., Ho S., Masser I, Timo de Vries W. (2018). Governance of national spatial data infrastructures in Europe. IJSDIR, Vol.13, pp. 253-285, DOI: 10.2902/1725-0463.2018.13.art16.
65. Devillers, R., & Jeansoulin, R. (2006). Fundamentals of spatial data quality. London: ISTE. URL: https://www.academia.edu/25613893/Fundamentals_of_Spatial_Data_Quality
66. Dia [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dia-installer.de/>
67. Digital Geographic Information Exchange Standard (DIGEST) Metadata Profile of ISO 19115 and ISO 19139 [Електронний ресурс] // Defence Geospatial Information Working Group. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <https://portal.dgiwg.org/files/5441>
68. Energy Industry Profile of ISO 19115-1:2014 [Електронний ресурс] // Energistics. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: https://www.energistics.org/wp-content/uploads/2019/05/EIP_v1.1.pdf
69. Enterprise Architect [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sparxsystems.com/>
70. Feature Manipulation Engine (FME) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://community.safe.com/s/article/fme-and-metadata>
71. GeoNetwork [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://geonetwork-opensource.org/>
72. GeoCat Bridge [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.geocat.net/docs/bridge/ggis/v4.0/metadata_editing.html

73. GSDI Association. (2004). Global Spatial Data Infrastructure: The SDI Cookbook, Ver. 2.0. http://gsdiassociation.org/images/publications/cookbooks/SDI_Cookbook_GSDI_2004_ver2.pdf
74. Habermann T. ISO Metadata Improvements - Questions and Answers [Электронный ресурс] / Ted Habermann. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.slideshare.net/tedhabermann/19115-questionsandanswers>
75. IBM Rational Rose Enterprise 7.0.0.4 iFix001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/support/pages/ibm-rational-rose-enterprise-7004-ifix001>
76. Jakobsson, A., & Giversen, J. (2007). Guidelines for implementing the ISO 19100 geographic information quality standards in national mapping and cadastral agencies. Eurogeographics Expert Group on Quality. URL: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&oi=33c8e638e80fdb3dcfc628c738cc0a92ef7ed97c>
77. Jakobsson, A., & Tsoulos, L. (2007, August). The role of quality in spatial data infrastructures. In Proceedings of the 23rd International Cartographic Conference, Moscow. URL: https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2007/documents/doc/THEME%207/oral%203-2/7.3-2.1%20THE%20ROLE%20OF%20QUALITY%20IN%20SPATIAL%20DATA%20INF.doc
78. The New European Interoperability Framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ec.europa.eu/isa2/eif_en
79. Object Modeling Technique for Geographic Applications (OMT-G) Designer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aqui.io/omtg/>
80. Oort, P.A.J. Van. Spatial data quality: from description to application: PhD Thesis. – Wageningen: Wageningen Universiteit. – 2006 – 125 pp.
81. Pashova L, Bandrova T. (2017). A brief overview of current status of European spatial data infrastructures – relevant developments and perspectives for Bulgaria, Geo. Inform. Science, 20:2, pp. 97-108, DOI:10.1080/10095020.2017.1323524.
82. PgMetadata [Электронный ресурс]. – Режим доступ: <https://docs.3liz.org/qgis-pgmetadata-plugin/>
83. Rajabifard A., Binns A., Masser I., Williamson I. P. (2006). The role of sub-national government and the private sector in future Spatial Data Infrastructures. International Journal of Geographical Information Science, 20 (7), 727-741. DOI:10.1080/13658810500432224
84. StarUML [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://staruml.io/>
85. Themes Data Specifications. Режим доступа: <https://inspire.ec.europa.eu/Themes/Data-Specifications/2892>
86. Toth K, Portele C, Illert A, Lutz M, Nunes De Lima M. A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures. EUR 25280 EN. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2012. JRC69484. DOI: 10.2788/21003. Режим доступа: URL: <https://policycommons.net/artifacts/2163767/a-conceptual-model-for-developing-interoperability-specifications-in-spatial-data-infrastructures/2919286/>
87. User's Manual for Spatial Data Product Specification Description. Technical Report of the Geographical Survey Institute A1-No.264. – Japan, May, 2002. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gsi.go.jp/ENGLISH/RESEARCH/GIS/jsgi-manual.pdf>
88. UN. (2011). Global Geospatial Information Management. New York: United Nations. E/2011/89. URL: <https://ggim.un.org/about/>
89. UN Committee of Expert on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM). (2018). Integrated Geospatial Information Framework (IGIF). A Strategic Guide to Develop and Strengthen National Geospatial Information Management. Part 1: Overarching Strategic Framework. UN-GGIM, 25 p., URL: <http://ggim.un.org/IGIF/part1.cshtml>
90. Yeung, Albert K.W.; Hall, Brent G. Spatial database system: design, implementation and project management. The GeoJournal Library, vol. 87. – Springer, 2007. – 553 p.

ГЛОСАРІЙ

Базові геопросторові дані	загальнодоступні геопросторові дані, що складають уніфіковану цифрову координатно-просторову основу для виробництва, інтеграції та провадження іншої діяльності з різними геопросторовими даними.
Веб-картографічний сервіс WMS	геоінформаційний сервіс, що надає зображення електронних карт з їх просторовою прив'язкою, які генеруються картографічним сервером переважно в растрових форматах.
Веб-клієнт геоінформаційного сервісу	програмний засіб геопорталу, що підтримує в середовищі веб-браузера на стороні клієнта графічний інтерфейс користувача для формування і передавання запитів до геоінформаційного сервісу геопорталу та отримання і відображення відповідей від нього.
Веб-сайт	сукупність програмних засобів, розміщених за унікальною адресою в обчислювальній мережі, у тому числі в мережі Інтернет, разом з інформаційними ресурсами, що перебувають у розпорядженні певних суб'єктів і забезпечують доступ юридичних та фізичних осіб до цих інформаційних ресурсів та інших інформаційних послуг через обчислювальну мережу.
Веб-сервіс	програмний комплекс, що інтегрується до програмного забезпечення електронного інформаційного ресурсу постачальника і забезпечує отримання запитів та формування і передавання відповідей за допомогою шлюзів безпечного обміну учасників системи.
Веб-сервіс географічних назв WGS	спеціалізований WFS сервіс географічних назв (WFS-G), що надає доступ до реєстрів-довідників географічних назв, вулиць та адрес, які можуть бути використані для пошуку інформаційних ресурсів або об'єктів за географічними ідентифікаторами або адресами об'єктів та/або для геокодування наборів геопросторових даних за такими ідентифікаторами і отримання даних із відповідних реєстрів у форматах векторних даних.
Веб-сервіс геопросторових об'єктів WFS	геоінформаційний сервіс, що забезпечує отримання векторних моделей геопросторових об'єктів із сервера бази геопросторових даних в уніфікованих форматах (GML, GeoJSON тощо) для візуалізації або використання їх в геоінформаційних системах на комп'ютері користувача.
Веб-сервіс картографічних тайлів WMTS	геоінформаційний сервіс, що надає зображення електронних карт із файлів багаторівневої серії квадратних фрагментів растрових зображень (тайлів), що генеруються картографічним сервером у різних масштабах відповідно до визначених рівнями деталізації картографічного подання.

Веб-сервіс каталогу метаданих CSW	геоінформаційний сервіс, що забезпечує доступ до каталогу метаданих про геоінформаційні ресурси (набори геопросторових даних та геоінформаційні сервери).
Веб-сервіс опрацювання геопросторових даних WPS	геоінформаційний сервіс, що забезпечує доступ до програм опрацювання, перетворення, аналізу та моделювання даних, розміщених на геопорталі.
Веб-сервіс покриття WCS	геоінформаційний сервіс, що забезпечує отримання цифрових моделей географічних полів, що описують неперервне просторове поширення певної характеристики (сіткові моделі рельєфу, растрові моделі даних дистанційного зондування Землі, забруднення атмосферного повітря тощо).
Геоінформаційний сервіс	спеціалізований веб-сервіс, що надається геопорталом через інтерфейс прикладного програмування за стандартом Відкритого геопросторового консорціуму OGC для перетворення, керування або відображення геопросторових даних або метаданих.
Геоінформаційні ресурси	результати інтелектуальної діяльності в усіх сферах життєдіяльності людини, суспільства і держави, що містять відомості про геопросторові об'єкти та зафіксовані на відповідних матеріальних носіях інформації як окремі набори геопросторових даних, бази та банки геопросторових даних, каталоги та бази метаданих і геоінформаційні сервіси.
Геоінформаційні ресурси національної інфраструктури геопросторових даних	частина геоінформаційних ресурсів, що доступна для пошуку, перегляду та використання в мережевих сервісах геопорталів національної інфраструктури геопросторових даних.
Геопортал	комплекс програмно-технічних засобів, мережевих сервісів та сервісів геопросторових даних, що забезпечують відображення в мережі Інтернет геопросторових даних та метаданих, а також доступ користувачів до таких даних.
Геопросторовий об'єкт	об'єкт, що характеризується певним місцезнаходженням на Землі і визначеними у встановленій системі просторово-часовими координатами.
Геопросторові дані	сукупність даних про геопросторовий об'єкт.
Дані	інформація у формі, придатній для автоматизованої обробки її засобами обчислювальної техніки.
Держатель геопросторових даних	орган державної влади, орган місцевого самоврядування, фізична або юридична особа, що замовляє, отримує та/або володіє геопросторовими даними та метаданими.

Діяльність з геопросторовими даними та метаданими	дії з виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, візуалізації та використання геопросторових даних та метаданих.
Інтероперабельність	здатність геопросторових даних, метаданих, технічних і програмних засобів до функціональної та інформаційної автоматизованої взаємодії.
Інтероперабельна система	система, підсистеми якої функціонують за незалежними алгоритмами, не мають єдиного пункту керування взаємодією, а керування визначається єдиним набором стандартів - профілем інтероперабельності.
Інформаційна (автоматизована) система	організаційно-технічна система, в якій реалізується технологія обробки інформації з використанням технічних і програмних засобів.
Електронна карта	це зображення карти на екрані дисплею або автоматизована роздруківка електронного зображення карти на принтерах/плоттерах або це файл зображення електронної карти у форматах, що забезпечують отримання її копії на екрані або принтері без застосування ГІС.
Елемент метаданих	одиниця метаданих, що містить окремі відомості про геопросторові дані та/або сервіси.
Елемент якості даних	це компонент, який описує певний аспект якості геопросторових даних.
Каталог метаданих	складова національного геопорталу, який містить систематизовані метадані для наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів, що створюються держателями даних.
Кодування	присвоєння коду класифікаційній групі або об'єкту класифікації для забезпечення їх однозначної ідентифікації в класифікаторах у відповідності з обраними методом кодування з використанням знаків (символів).
Комплект наборів геопросторових даних	сукупність наборів даних, скомплектованих за призначенням використання або територіальним охопленням.
Концептуальне моделювання	це процес створення абстрактного опису певної частини реального світу та/чи набору зв'язаних понять.
Метадані	відомості про геопросторові дані та/або сервіси, що надають можливість їх пошуку та використання.
Міра якості	кількісна характеристика якості даних.

Набір геопросторових даних	ідентифікована сукупність даних, на які поширюється одна і та ж специфікація геопросторових даних.
Національна інфраструктура геопросторових даних	взаємопов'язана сукупність організаційної структури, технічних і програмних засобів, базових та тематичних наборів геопросторових даних, метаданих, сервісів, технічних регламентів, стандартів, технічних специфікацій, необхідних для виробництва, оновлення, оброблення, зберігання, оприлюднення, використання геопросторових даних та метаданих, іншої діяльності з такими даними.
Національний геопортал	офіційний геопортал національної інфраструктури геопросторових даних, що забезпечує оприлюднення та доступ до геопросторових даних та метаданих.
Профіль метаданих	набір елементів для наборів геопросторових даних та геоінформаційних сервісів національної інфраструктури геопросторових даних.
Прикладна схема	це концептуальна схема даних, потрібних для однієї або кількох прикладних задач.
Сервіс	програмно-технічний засіб, за допомогою якого надається можливість здійснювати пошук, перегляд, доступ, завантаження, перетворення геопросторових даних та метаданих та іншу діяльність з такими даними.
Семантична інтероперабельність	здатність будь-яких взаємодіючих в процесі комунікації інформаційних систем однаковою чином сприймати та інтерпретувати зміст інформації, якою вони обмінюються.
Специфікація геоінформаційного продукту	докладний опис набору геопросторових даних або комплексу наборів геопросторових даних, а також додаткова інформація, які забезпечують створення, постачання та використання геопросторових даних іншими користувачами.
Специфікація геопросторових даних	специфікація геоінформаційного продукту, що містить докладний опис набору геопросторових даних або комплексу наборів геопросторових даних, а також додаткова інформація, які забезпечують створення і постачання геопросторових даних виробниками даних та їх повторне використання іншими користувачами.
Тематичний словник	терміни, які можуть бути вибрані із створеного (існуючого) офіційного списку під час виробництва геопросторових даних та/або метаданих.
Тематичні геопросторові дані	геопросторові дані, не віднесені до базових геопросторових даних.

Технічна інтероперабельність	здатність до обміну даними між взаємодіючими системами з використанням стандартних форматів даних, інтерфейсів та протоколів взаємодії систем в інформаційних мережах, стандартних мережевих сервісів та стандартних засобів захисту інформації.
Уніфікована мова моделювання (<i>Unified Modeling Language</i>)	це універсальна графічна мова для об'єктно-орієнтованого моделювання у сфері розроблення програмного забезпечення.
Цифрова карта	це цифрова модель аналогової/паперової чи електронної карти в кодах умовних знаків (типів об'єктів) згідно із класифікатором інформації, що відображається на картах.
Якість даних	ступінь відповідності або придатності даних для певного призначення або випадок, коли дані позбавлені помилок та інших проблем.
GML (<i>Geography Markup Language</i>)	заснована на XML мова опису геопросторових об'єктів, що призначена для використання як мови моделювання географічних інформаційних системах та уніфікованого формату обміну геопросторовими даними через Інтернет.
XML (<i>EXtensible Markup Language</i>)	стандартна розширювана мова розмітки, яка використовується з метою структурованої розмітки документів і передавання даних між застосунками через Інтернет.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНИХ ГЕОПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

КАРПІНСЬКИЙ Юрій Олександрович
ЛЯЩЕНКО Анатолій Антонович
ЛАЗОРЕНКО Надія Юріївна
КІНЬ Данило Олексійович

Редагування та коректура: Г.В. Кобриної
Комп'ютерне верстання: О.С. Коуров

Підписано до друку 25.05. 2023. Формат 60x84/8
Ум. друк. арк. 35,11. Обл.-вид. арк. 18,88.
Вид. № 21/І-23.

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.*